مذكرة المنار



Mr . Mahmoud Ragab

معلم أول العلوم

مدرسة آل السعيد الثانوية

شبرا صورة



اسم الطالب

....

مقدمة

مرحباً بك عزيزى طالب الصف الثالث الثانوى و تهنئة من القلب على إجتيازك الصف الثانى الثانوى بنجاح و نتمنى لك كل التوفيق فى هذا العام الجديد .

مذكرة المنار مع أطيب أمنياتى بالنجاح و التوفيق .

أهم أسباب التفوق فى الشهادة الثانوية (إن شاء الله)

❶ التقـوى : يجـب علـى الطالـب أن يتـق الله عـزو جـل فـى أفعالـه و أقوالـه حتـى يحصـل علـى العلـم عمـلا بقولـه تعالي " و اتقوا الله و يعلمكم الله " لذلك يجب عليه تبعاً لذلك ترك المعاصى و التوبة إلى الله توبة نصوحا.

❷ المحافظة على الصلاة في أوقاتها خاصة صلاة الفجر .

❸ اللجوء لله بكثرة الدعاء له و التوكل عليه فى التوفيق فى المذاكرة وت حصيل العلم.

❹ تنظيم الوقت جيداً و عمل جدول أسبوعى للمذاكرة بحيث تكون هناك ساعات فى اليوم لمذاكرة الدروس الجديدة و عمل الواجبات و ساعات أخرى لمراجعة القديم ، كما يراعى فى التنظيم أن تراجع كل مادة على الأقل مرة واحدة فى الأسبوع.

❺ قبـل المـذاكرة اقـرأ و لـو صـفحة واحـدة مـن القـرآن الكـريم بتركيـز شـديد و تمعـن و تـدبر حتـى يكـون ذهنـك صـافياً و بعد ذلك يبدأ عقلك فى التركيز فى تحصيل العلم فقط دون تشويش من أى مؤثر خارجى .

❻ ابدأ المذاكرة بدعاء قبل المذاكرة و اختمها بدعاء بعد المذاكرة .

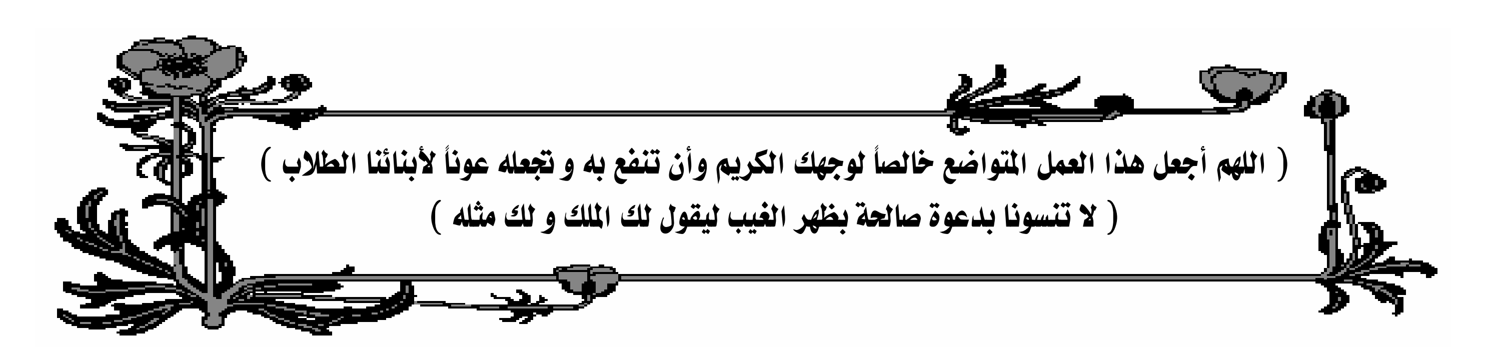
❼ أثناء المذاكرة حاول أن تستخدم عدة طرق لتثبيت المعلومات كالتالى : اقرأ الجزء الذى ستذاكره كاملاً أول مرة ثم قم بتقسيمه إلى عدة عناوين و أجزاء ثم ذاكر كل جزء على حدة بالصوت العالى مرة و بالقراءة مرة و بالكتابة مرة أخرى ثم ذاكر جميع الأجزاء معاً ثم قم بحل بعض الأسئلة على الدرس كاملاً .

🕮 دعاء قبل المذاكرة 🕮

❃ " اللهم إنى أسألك فهم النبيين و حفظ المرسلين و إلهام الملائكة المقربين ، اللهم اجعل ألسنتنا عامرة بذكرك و قلوبنا بخشيتك و أسرارنا بطاعتك إنك على كل شئ قدير و حسبنا الله و نعم الوكيل " ❃

🕮 دعاء بعد المذاكرة 🕮

❃ " اللهم إني أستودعك ما قرأت وما حفظت فرده علي عند حاجتي إليه يا رب العالمين " ❃



مقدمة :

- علمت من دراستك السابقة أن عناصر الفئتين (P , S) تقعان على جانبى الجدول الدورى الطويل .
- فى هذا العام سنتناول بالدراسة العناصر التى تقع فى المنطقة الوسطى للجدول الدورى بين عناصر الفئتين (P , S) و التى تسمى العناصر الإنتقالية .
- تحتوى المنطقة الوسطى من الجدول الدورى على أكثر من 60 عنصر أى أكثر من نصف عدد العناصر المعروفة .
- يمكن تقسيم العناصر الإنتقالية إلى **قسمين رئيسيين هما** :



١- **العناصر الإنتقالية الرئيسية** (Main transition metals عناصر الفئة d)

٢- **العناصر الإنتقالية الداخلية** (Inner transition metals عناصر الفئة f)

العناصر الإنتقالية الرئيسية

- **عناصر يتتابع فيها إمتلاء المستوى الفرعى d بالإلكترونات** .
- نظراً لأن المستوى الفرعى d يتسع لعشرة إلكترونات لذا تشغل العناصر الإنتقالية الرئيسية عشرة أعمدة رأسية [سبعة تخص مجموعات B و ثلاثة تخص المجموعة الثامنة VIII] وهى :

قديماً	IIB	IB	VIII	VIII	VIII	VIIB	VIB	VB	IVB	IIIB
حديثاً	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3

ملحوظة :

- تتكون المجموعة الثامنة VIII من ثلاثة أعمدة رئيسية و هى المجموعات (8 , 9 , 10) .
- تختلف المجموعة الثامنة عن باقى مجموعات B فى أن **عناصرها الأفقية أكثر تشابهاً** من عناصرها الرأسية .

- توزع عناصر الفئة d فى الجدول الدورى الحديث فى أربعة سلاسل أفقية هى :



a) **السلسلة الإنتقالية الأولى** (The first transition series) :

- تقع فى الدورة الرابعة بعد عنصر الكالسيوم .
- بزيادة العدد الذرى يتتابع فيها إمتلاء المستوى الفرعى 3d بالإلكترونات .
- تشمل عشرة عناصر (تبدأ بعنصر السكانديوم $Sc_{21} : 4s^2, 3d^1$ و تنتهى بعنصر الخارصين $Zn_{30} : 4s^2, 3d^{10}$).

b) **السلسلة الإنتقالية الثانية** (The Second transition series) :

- تقع فى الدورة الخامسة .
- بزيادة العدد الذرى يتتابع فيها إمتلاء المستوى الفرعى 4d بالإلكترونات .
- تشمل عشرة عناصر (تبدأ بعنصر اليتريوم $Y_{39} : 5s^2, 4d^1$ و تنتهى بعنصر الكادميوم $Cd_{48} : 5s^2, 4d^{10}$).

c) **السلسلة الإنتقالية الثالثة** (The Third transition series) :

- تقع فى الدورة السادسة .
- بزيادة العدد الذرى يتتابع فيها إمتلاء المستوى الفرعى 5d بالإلكترونات .
- تشمل عشرة عناصر (تبدأ بعنصر اللانثانيوم $La_{57} : 6s^2, 5d^1$ و تنتهى بعنصر الزئبق $Hg_{80} : 6s^2, 5d^{10}$).

d) **السلسلة الإنتقالية الرابعة** (The Fourth transition series) :

- تقع فى الدورة السابعة .
- بزيادة العدد الذرى يتتابع فيها إمتلاء المستوى الفرعى 6d بالإلكترونات .



التركيب الإلكترونى لعناصر السلسلة الإنتقالية الأولى

العنصر	الرمز	التوزيع الإلكتروني	العنصر	الرمز	التوزيع الإلكتروني
سكانديوم	$_{21}Sc$	[Ar] , $3d^1$, $4s^2$	**حديد**	$_{26}Fe$	[Ar] , $3d^6$, $4s^2$
تيتانيوم	$_{22}Ti$	[Ar] , $3d^2$, $4s^2$	**كوبلت**	$_{27}Co$	[Ar] , $3d^7$, $4s^2$
فانديوم	$_{23}V$	[Ar] , $3d^3$, $4s^2$	**نيكل**	$_{28}Ni$	[Ar] , $3d^8$, $4s^2$
كروم	$_{24}Cr$	[Ar] , $3d^5$, $4s^1$	**نحاس**	$_{29}Cu$	[Ar] , $3d^{10}$, $4s^1$
منجنيز	$_{25}Mn$	[Ar] , $3d^5$, $4s^2$	**خارصين**	$_{30}Zn$	[Ar] , $3d^{10}$, $4s^2$

- عدد عناصر السلسلة الإنتقالية الأولى **عشرة** عناصر و تقع فى الدورة **الرابعة** بعد عنصر الكالسيوم و تركيبه الإلكترونى Ca_{20} : $[Ar_{18}]$, $4s^2$ ثم يبدأ بعد ذلك إمتلاء الأوربيتالات **الخمسة** للمستوى الفرعى 3d (قاعدة هوند) بإلكترون مفرد فى كل أوربيتال بالتتابع حتى عنصر المنجنيز $3d^5$ ثم يتوالى بعد ذلك إزدواج إلكترونين فى كل أوربيتال حتى نصل إلى الخارصين $3d^{10}$.

- **يشذ عن التركيب الإلكترونى المتوقع عنصران هما :**

أ) الكروم Cr_{24} فتركيبه الإلكترونى هو [Ar] , $3d^5$, $4s^1$ و **يفسر ذلك أن** المستويين الفرعيين 3d , 4s يكونا نصف ممتلئين و هذا يجعل الذرة أكثر إستقراراً (أقل طاقة) .

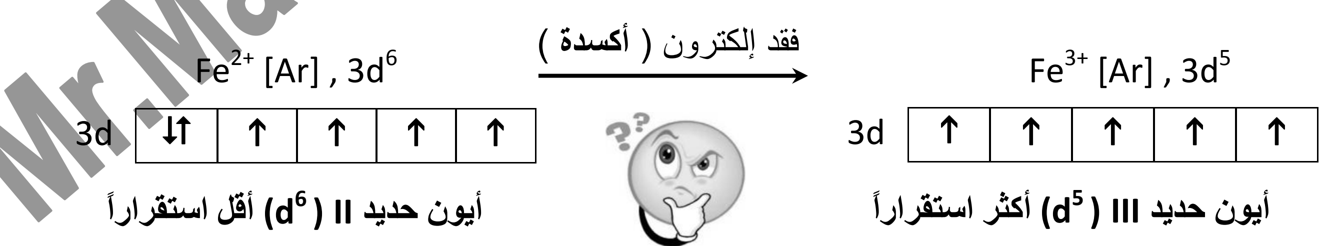
ب) النحاس Cu_{29} فتركيبه الإلكترونى هو [Ar] , $3d^{10}$, $4s^1$ و **يفسر ذلك أن** المستوى الفرعى 4s يكون نصف ممتلئ و المستوى الفرعى 3d ممتلئ و هذا يجعل الذرة أكثر إستقراراً (**أقل طاقة**) .

س : لماذا يسهل أكسدة أيون الحديد II **إلى أيون الحديد** III **علماً بأن التركيب الإلكترونى لذرة الحديد هو :**

$_{26}Fe$: [Ar] , $3d^6$, $4s^2$

جـ : لأن أيون الحديد III أكثر إستقراراً لأن المستوى الفرعى 3d نصف ممتلئ d^5 و التفاعل يسير فى إتجاه تكوين التركيب الأكثر إستقراراً .

التركيب الإلكترونى لذرة الحديد $_{26}Fe$: [Ar] , $3d^6$, $4s^2$



س : لماذا يصعب أكسدة أيون المنجنيز II **إلى أيون المنجنيز** III **علماً بأن التركيب الإلكترونى لذرة المنجنيز هو :**

$_{25}Mn$: [Ar] , $3d^5$, $4s^2$

جـ : .... (أجب بنفسك)

مما سبق يمكن إستنتاج أن العنصر يكون فى حالة استقرار (أقل طاقة) عندما يكون المستوى الفرعى الأخير له :
فارغ (d^0) – نصف ممتلئ (d^5) – تام الإمتلاء (d^{10}) .

- **ملحوظة هامة :**

الإمتلاء الكلى أو النصفى للمستوى الفرعى **ليس هو العامل الوحيد** لثبات التركيب الإلكترونى للعنصر فى المركب .

الأهمية الإقتصادية لعناصر السلسلة الإنتقالية الأولى

- بالرغم من أن عناصر السلسلة الإنتقالية الأولى مجتمعة تكون أقل من 7 % من وزن القشرة الأرضية إلا أنها تتميز بأهميتها الأقتصادية الكبيرة التى تتضح فيما يلى :

✸ **السكانديوم** Sc :

- يوجد بكميات صغيرة جداً **لكن** موزعة على نطاق واسع من القشرة الأرضية .
- يدخل بنسبة ضئيلة مع **الألومنيوم** فى تكوين سبيكة تمتاز بـ : خفتها و شدة صلابتها لذلك فهى تستخدم فى صناعة **الطائرات المقاتلة** .
- يضاف إلى **مصابيح أبخرة الزئبق** للحصول على ضوء عالى الكفاءة يشبه ضوء الشمس .

⇦ **علل : تستخدم مصابيح أبخرة الزئبق المضاف إليها عنصر الإسكانديوم فى التصوير التلفزيونى ليلاً .**

لأنها تعطى ضوء عالى الكفاءة يشبه ضوء الشمس .

✸ **التيتانيوم** Ti :

- شديد الصلابة مثل الصلب لكنه أقل منه كثافة .
- تستخدم سبائكه مع **الألومنيوم** فى صناعة الطائرات و مركبات الفضاء (علل) **لأنه** يحافظ على متانته فى درجات الحرارة المرتفعة **على العكس من** الألومنيوم .
- يستخدم فى **عمليات** زراعة الأسنان و المفاصل الصناعية (علل) **لأن** الجسم لا يلفظه و لا يسبب أى تسمم .
- **أشهر مركبات التيتانيوم** :

ثانى أكسيد التيتانيوم TiO_2 الذى يدخل فى تركيب مستحضرات الحماية من أشعة الشمس (علل) **لأن** دقائقه النانوية تمنع وصول **الأشعة فوق البنفسجية** إلى الجلد .

✸ **الفانديوم** V :

- يضاف بنسبة ضئيلة إلى **الصلب** لتكوين سبيكة تمتاز بقساوتها و قدرتها العالية على مقاومة التآكل **لذلك فهى** تستخدم فى صناعة زنبركات السيارات .
- **أشهر مركبات الفانديوم** :

خامس أكسيد الفانديوم V_2O_5 الذى يستخدم فى **صناعات** : السيراميك و الزجاج **كصبغة** – المغناطيسيات فائقة التوصيل **كعامل حفاز** .

✸ **الكروم** Cr :

- عنصر على درجة عالية من النشاط الكيميائى لكنه يقاوم فعل العوامل الجوية (علل) **لتكون** طبقة من الأكسيد غير مسامية على سطحه حجم جزيئاتها أكبر من حجم ذرات الكروم تمنع استمرار تفاعله مع أكسجين الهواء .
- يستخدم الكروم **فى** : طلاء المعادن – دباغة الجلود .
- **أشهر مركبات الكروم** :

١) أكسيد الكروم III CrO_3 و **يستخدم فى** صناعة الأصباغ .

٢) ثانى كرومات البوتاسيوم $k_2Cr_2O_7$ و **تستخدم** كمادة مؤكسدة .

✸ **المنجنيز** Mn :

- عنصر شديد الهشاشة (سريع التّقصِف) **لذلك** ليس له إستخدامات و هو فى **حالته النقية** و يتم إستخدامه فى صورة سبائك أو مركبات .
- سبائك المنجنيز + **الحديد** : تستخدم فى صناعة خطوط السكك الحديدية (علل) **لأنها** أكثر صلابة من الصلب .
- سبائك المنجنيز + **الألومنيوم** : تصنع منها عبوات المشروبات الغازية Drinks Cans (علل) **لأنها** تقاوم التآكل .




- **أشهر مركبات المنجنيز** :



١) برمنجانات البوتاسيوم $kMnO_4$ **مادة** مؤكسدة و مطهرة .
٢) ثانى أكسيد المنجنيز MnO_2 (**عامل مؤكسد قوى**) : يستخدم فى صناعة العمود الجاف .
٣) كبريتات المنجنيز $MnSO_4$ II مبيد للفطريات .

✸ **الحديد** Fe :

- يستخدم فى الخرسانات المسلحة **و** أبراج الكهرباء **و** مواسير البنادق **و** السكاكين **و** المدافع **و** أدوات الجراحة .
- يستخدم فى **صناعة** غاز النشادر بطريقة (**هابر – بوش**) كعامل حفاز .
- يستخدم فى **تحويل** الغاز المائى إلى وقود سائل بطريقة (**فيشر – تروبش**) كعامل حفز .

✸ **الكوبلت** Co :

- يستخدم فى صناعة المغناطيسيات (علل) **لأنه** قابل للتمغنط مثل الحديد .
- يستخدم فى صناعة البطاريات الجافة فى السيارات الحديثة .
- يوجد له 12 نظير مشع أهمها Co^{60} الذى **يتميز بأن** أشعة جاما الصادرة عنه لها قدرة عالية **على النفاذ** لذلك فهو **يستخدم فى** : حفظ المواد الغذائية – التأكد من جودة المنتجات **عن طريق** الكشف عن مواقع الشقوق **و** لحام الموصلات – الكشف عن الأورام الخبيثة **و** علاجها .

✸ **النيكل** Ni :

- يدخل فى **صناعة** بطاريات (**نيكل – كادميوم**) القابلة لإعادة الشحن .
- يدخل مع الصلب فى **صناعة** سبائك تتميز بـ : الصلابة – مقاومة الصدأ **و** الأحماض .
- يدخل مع الكروم فى **صناعة** سبائك تستخدم فى ملفات التسخين و الأفران الكهربية (علل) **لأنها** تقاوم التآكل حتى لو تم تسخينها لدرجة الإحمرار .
- يستخدم عنصر النيكل فى **طلاء** المعادن (علل) **ليعطيها** شكل أفضل **و** يحميها من التأكسد و التآكل .
- يستخدم النيكل المجزأ **كعامل حفاز** فى عمليات هدرجة الزيوت .

✸ **النحاس** Cu :

- يعتبر النحاس **أول فلز** عرفه الإنسان و تعرف سبائكه مع القصدير بـ : **البرونز** .
- يستخدم فى **صناعة** الكابلات الكهربية (علل) **لأنه** موصل جيد للكهرباء .
- يستخدم فى **صناعة** سبائك العملات المعدنية .

- **أشهر مركبات النحاس** :

١) كبريتات النحاس $CuSO_4$ II و **يستخدم** كـ : مبيد حشرى – تنقية مياه الشرب (علل) كمبيد للفطريات .
٢) محلول فهلنج و يستخدم فى الكشف عن سكر الجلوكوز (علل) **حيث** يتحول من اللون الأزرق إلى البرتقالى .

✸ **الخارصين** Zn :

- يستخدم فى جلفنة الفلزات (علل) **لحمايتها** من الصدأ .

- **أشهر مركبات الخارصين** :

١) **أكسيد** الخارصين ZnO و يستخدم فى **صناعة** : الدهانات – المطاط – مستحضرات التجميل .
٢) **كبريتيد** الخارصين ZnS و يستخدم فى **صناعة** : الطلائات المضيئة – شاشات الأشعة السينية .






حالات التأكسد

- حالة التأكسد 2+ تنتج من فقد إلكترونى المستوى الفرعى 4s و **حالات التأكسد الأعلى** تنتج من فقد إلكترونات المستوى الفرعى 3d .

- جميع العناصر الإنتقالية تعطى حالة التأكسد 2+ **عدا** السكانديوم .

- **تزداد** حالات **التأكسد** من عنصر السكانديوم 3+ حتى تصل إلى **أقصى قيمة** لها فى عنصر المنجنيز 7+ (يقع فى المجموعة VIIB) ثم تبدأ فى **التناقص** حتى تصل إلى حالة التأكسد 2+ فى الخارصين (يقع فى المجموعة IIB) .

- **أعلى عدد** تأكسد لأى عنصر **لا تتعدى** رقم المجموعة المنتمى إليها **عدا** عناصر المجموعة 1B **(فلزات العملة = النحاس ، الفضة ، الذهب)** .

- تتميز العناصر الإنتقالية **بتعدد** حالات تأكسدها (علل) **لتقارب** طاقة المستويين الفرعيين (3d , 4s) فعندما تتأكسد العناصر الإنتقالية **تخرج** إلكترونات **4s أولاً** ثم **يتتابع** خروج إلكترونات 3d لتعطى حالات تأكسد **متعددة** .

- **تزداد** قيم جهود التأين لحالات التأكسد المتتالية **للفلزات الإنتقالية** بتدرج واضح بمقدار **الضعف** تقريباً .

- **تزداد** قيم جهود تأين **الفلزات الممثلة** زيادة كبيرة جداً **إذا تسبب** الإلكترون المفقود فى **كسر** مستوى طاقة **مكتمل** لذلك **لا يمكن** الحصول على Na^{+2} , Mg^{+3} , Al^{+4} بتفاعلات كيميائية **عادية** .

العنصر الإنتقالى

هو عنصر تكون فيه أوربيتالات (d أو f) مشغولة بالإلكترونات و لكنها غير تامة الإمتلاء سواء فى الحالة الذرية أو أى حالة من حالات التأكسد .

س : هل تعتبر فلزات العملة [النحاس ($_{29}Cu$) ، الفضة ($_{47}Ag$) ، الذهب ($_{79}Au$)] عناصر إنتقالية علماً بأن التركيب الإلكترونى لأوربيتالاتها الخارجية : ($_{29}Cu$ ($4s^1$, $3d^{10}$) ، $_{47}Ag$ ($5s^1$, $4d^{10}$) ، $_{79}Au$ ($6s^1$, $5d^{10}$) .

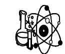
جـ : تعتبر فلزات **العملة** عناصر **إنتقالية** لأنه رغم إمتلاء المستوى الفرعى d لها بالإلكترونات d^{10} **فى الحالة الذرية** إلا أنها عندما تكون فى حالات التأكسد 2+ , 3+ يكون المستوى الفرعى d غير ممتلئ d^8 ، d^9 على الترتيب .

س : هل تعتبر فلزات الخارصين $_{30}Zn$ و الكادميوم $_{48}Cd$ و الزئبق $_{80}Hg$ عناصر انتقالية علماً بأن التركيب الإلكترونى لأوربيتالاتها الخارجية : ($_{30}Zn$ ($4s^2$, $3d^{10}$) ، $_{48}Cd$ ($5s^2$, $4d^{10}$) ، $_{80}Hg$ ($6s^2$, $5d^{10}$) .

جـ : لا تعتبر فلزات المجموعة IIB (الخارصين – الكادميوم – الزئبق) عناصر **إنتقالية** لأن المستوى الفرعى d لها ممتلئ بالإلكترونات d^{10} **فى الحالة الذرية** و أيضاً فى حالة التأكسد (الحالة المتأينة) 2+ .

الحمد لله اللّهم ربنا لك الحمد بما خلقتنا و رزقتنا و هديتنا و علمتنا و أنقذتنا و فرجت عنا ، لك الحمد بالايمان و لك الحمد بالإسلام و لك الحمد بالقرآن ولك الحمد بالأهل و المال و المعافاة ، كبت عدونا و بسطت رزقنا و أظهرت أمننا وجمعت فرقتنا و أحسنت معافاتنا و من كل ما سألناك أعطيتنا ، فلك الحمد على ذلك حمداً كثيراً و لك الحمد بكل نعمة أنعمت بها علينا فى قديم و حديث أو سرّاً و علانية أو حىّ و ميت أو شاهد و غائب حتى ترضى ، و لك الحمد إذا رضيت ، و لك الحمد بعد الرضا ، و صلى اللّهم على محمد وعلى آله وسلم .








الخـــواص العامـــة لعناصـــر السلســـة الإنتقاليـــة الأولـــى



أولاً : الكتلة الذرية

بزيادة العدد الذرى تزداد الكتلة الذرية تدريجياً و **يشذ عن ذلك** عنصر النيكل Ni لأن له 5 نظائر مستقرة المتوسط الحسابى لها 58,7 u .

ثانياً : نصف القطر (الحجم الذرى)

- **لا تتغير** أنصاف أقطار ذرات عناصر السلسلة الإنتقالية الأولى كثيراً بزيادة العدد الذرى .
- يلاحظ الثبات النسبى لنصف القطر من الكروم حتى النحاس (علل) **بسبب** عاملين متعاكسين هما :

العامل الأول : يعمل على **نقص** نصف قطر الذرة ؛ **فبزيادة** العدد الذرى **تزداد** شحنة النواة الفعالة **فيزداد** جذب النواة للإلكترونات مما يسبب **نقص** الحجم الذرى .

العامل الثانى : يعمل على **زيادة** نصف قطر الذرة ؛ فبزيادة العدد الذرى **تزداد** عدد إلكترونات المستوى الفرعى 3d مما **فتزداد** قوة **التنافر** بينها مما يسبب **زيادة** حجم الذرة .



⇦ **س علل : تستخدم العناصر الإنتقالية فى صناعة السبائك .**

⇦ **بسبب الثبات النسبى لأنصاف أقطار ذراتها .**

ثالثاً : الخاصية الفلزية

تتضح الصفة الفلزية لهذه العناصر بوضوح و ذلك فى :

١- **جميعها** فلزات صلبة لها بريق **و** لمعان **و** جيدة التوصيل للحرارة **و** الكهرباء .

٢- درجة انصهار وغليانها **مرتفعة** (علل) **لقوة** الترابط بين ذراتها نتيجة إشتراك إلكترونات 3d , 4s فى هذا الترابط

٣- ذات كثافة **عالية** و **تزداد** كثافة عناصر هذه السلسلة **بزيادة العدد الذرى** (علل) **لزيادة** كتلة الذرة مع **الثبات** النسبى للحجم الذرى .

٤- **تباين** النشاط الكيميائى لها فـ : بعضها **محدود** النشاط **مثل** النحاس – بعضها **متوسط** النشاط **مثل** الحديد الذى يصدأ عند تعرضه للهواء الرطب – بعضها **شديد** النشاط **مثل** السكانديوم الذى يحل محل **هيدروجين** الماء **بشدة** .

رابعاً : الخواص المغناطيسية

- دراسة الخواص المغناطيسية كان له **دور كبير** فى فهمنا **لكيمياء** العناصر الإنتقالية .
- يوجد أنواع مختلفة من الخواص المغناطيسية سندرس منها : الخاصية البارا مغناطيسية و الخاصية الديا مغناطيسية .

الخاصية البارامغناطيسية :

خاصية تظهر فى الأيون أو الذرة أو الجزيئ نتيجة وجود إلكترونات مفردة (↑) فى الأوربيتالات .

- ينشأ عن الحركة **المغزلية** للإلكترون المفرد حول **محوره** ظهور **مجال** مغناطيسى صغير **يتجاذب** مع المجال المغناطيسى الخارجى .

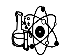
المادة البارامغناطيسية
مادة تنجذب للمجال المغناطيس نتيجة وجود إلكترونات مفردة فى أوربيتالاتها

مثال : أيون النحاس II (d^9) – أيون الحديد II (d^6) .

الخاصية الديامغناطيسية :

خاصية تظهر فى الأيون أو الذرة أو الجزيئ نتيجة وجود جميع الإلكترونات فى حالة إزدواج (⥮) فى الأوربيتالات .

- **غزل** كل إلكترونين فى حالة **إزدواج** يكون فى إتجاهين **متضادين** فيكون عزمهما المغناطيسى **صفر** .



المادة الديامغناطيسية

مادة تتنافر مع المجال المغناطيس نتيجة وجود جميع إلكتروناتها فى حالة إزدواج فى أوربيتالاتها

مثال : ذرة الخارصين (d^{10}) .

العزم المغناطيسي : هو عدد الإلكترونات المفردة الموجودة فى الأوربيتالات .

- فى حالة العناصر **الإنتقالية** يكون العزم المغناطيسى هو عدد الإلكترونات **المفردة** فى أوربيتالات المستوى d .
- المادة **البارامغناطيسية** عزمها يكون ≤ 1 بينما المادة الديامغناطيسية عزمها = **صفر** .
- **أهمية العزم المغناطيسي : تحديد عدد الإلكترونات المفردة و بالتالى تحديد التركيب الإلكترونى لأيون الفلز .**

⇦ **س علل : يمكن تحديد التركيب الإلكترونى للمادة من قياس عزمها المغناطيسى .**

لإمكانية تحديد عدد الإلكترونات المفردة و تحديد التركيب الإلكترونى لأيون الفلز حيث تتناسب قيمة العزم المغناطيسى طردياً مع عدد الإلكترونات المفردة فى d .

س : رتب كاتيونات المركبات التالية تصاعدياً حسب عزمها المغناطيسى :

$TiO_2 - Cu_2Cl_2 - FeCl_3 - Cr_2O_3$ (علماً بأن عدد تأكسد الأكسجين = 2 - , الكلور = 1 -)

خامساً : النشاط الحفزى

تعتبر العناصر الإنتقالية **عوامل** حفز مثالية (علل) **لأن** إلكترونات 3d , 4s تستخدم فى تكوين **روابط** بين جزيئات المتفاعلات و سطح الفلز مما يؤدى إلى **تركيز** هذه المتفاعلات على سطح الحافز (**الفلز**) و **إضعاف** الرابطة فى الجزيئات المتفاعلة **فتقل** طاقة التنشيط و **تزداد** سرعة التفاعل .

أمثلة لدور العامل الحفاز فى الصناعة :

١) **خامس أكسيد الفاناديوم** يستخدم كعامل حفاز فى تحضير حمض الكبريتيك بطريقة **التلامس** :

$$2\,SO_{2(g)} + O_{2(g)} \xrightarrow[450^o]{V_2O_5} 2\,SO_{3(g)}$$

$$SO_{3(g)} + H_2O_{(g)} \longrightarrow H_2SO_{4(\ell)}$$

٢) **الحديد المجزأ** يستخدم كعامل حفاز فى تحضير النشادر بطريقة (**هابر – بوش**) :

$$N_{2(g)} + 3\,H_{2(g)} \xrightarrow[Fe]{500^oc\ /\ 600\ atm} 2\,NH_{3(g)}$$

سادساً : الأيونات الملونة

- تتميز معظم مركبات العناصر الإنتقالية و محاليلها المائية **ملونة** (علل) **بسبب** الإمتلاء **الجزئى** ($1 - 9\ e^-$) لأوربيتالات المستوى الفرعى d (وجود إلكترونات **مفردة** فى أوربيتالات d) .
- تكون أيونات بعض **العناصر الإنتقالية** غير ملونة عندما تكون أوربيتالات d **فارغة** d^0 أو **ممتلئة** بالإلكترونات d^{10} .
- أيونات **العناصر غير الإنتقالية** و مركباتها غير ملونة لأن أوربيتالات d فيها تكون **فارغة** من الإلكترونات d^0 .

تفسير اللون فى المواد :

- يظهر لون المادة **بسبب** إمتصاص المادة لبعض فوتونات الضوء المرئى (**الأبيض**) و عدم إمتصاصها البعض الآخر **فترى** العين المادة بمحصلة الألوان التى لم تمتصها (**المنعكسة**).

ملاحظات :



* يسمى اللون الذى تمتصه المادة باللون **الممتص** .
* يسمى اللون الذى لم تمتصه المادة باللون **المتتم** .
* عندما **تمتص** المادة جميع ألوان الضوء الأبيض تظهر للعين **سوداء** .
* عندما **لا تمتص** المادة أى لون من ألوان الضوء الأبيض تظهر للعين **بيضاء** .

* إذا **امتصت** المادة لون معين من ألوان الطيف **تظهر** المادة باللون **المتمم** له . (GROBYV)

	اللون المتمم	**اللون الممتص**
و العكس	أخضر	أحمر
و العكس	بنفسجى	أصفر
	برتقالى	أزرق

⇦ **س علل : أيون** Cu^{+1} **عديم اللون ولكن أيون** Cu^{+2} **أزرق اللون .**

⇦ **أيون** Cu^{+1} **عديم اللون لأن جميع أوربيتالات d ممتلة بالإلكترونات** $[Ar] , 3d^{10} , 4S^{0}$ **بينما أيون** Cu^{+2} **لونه أزرق لأنه يمتص اللون البرتقالى و يعكس اللون المتتم و هو اللون الأزرق لأن أوبيتالات d تحتوى على إلكترون مفرد** $[Ar] , 3d^{9} , 4S^{0}$.

فلــز الحديـــد IRON



قال تعالى فى سورة الحديد الآية ٢٥ : (وَ أَنْزَلْنَا الحَدِيدَ فِيهِ بَأْسٌ شَدِيدٌ و مَنَافِعُ لِلنَّاسِ) .

التوزيـــع الإلكترونـــى : $_{26}Fe : [Ar] , 4s^{2} , 3d^{6}$.

الترتيب :

يكون 6,3 % من وزن القشرة الأرضية و ترتيبه **الرابع** من حيث الوفرة فى القشرة الأرضية **بعد** عناصر : الأكسجين – السيلكون – الألومنيوم .

الوجود :

١) يوجد فى حالة نقية (مفردة) فى النيازك فقط .
٢) يوجد فى القشرة الأرضية على هيئة خامات طبيعية تحتوى على مختلف أكاسيد الحديد مختلطة بشوائب .

العوامل التى تتحد عليها صلاحية خام الحديد للإستخلاص :

١) **نسبة** الحديد الخام .
٢) تركيب **الشوائب** المصاحبة للخام .
٣) وجود عناصر **ضارة** مختلطة بالخام مثل : الكبريت ، الفوسفور ، الزرنيخ .

أهــم خامـــات الحديـــد

مكان الوجود	**نسبة الحديد**	**اللون و الخواص**	**الإسم الكيميائى**	**الصيغة الكيميائية**	**الخام**
الواحات البحرية	٥٠ - ٦٠%	أحمر داكن – سهل الإختزال	أكسيد حديد (III)	Fe_2O_3	**الهيماتيت**
الواحات البحرية	٢٠ - ٦٠%	أصفر – سهل الإختزال	أكسيد حديد (III) متهدرت	$2Fe_2O_3.3H_2O$	**الليمونيت**
الصحراء الشرقية	٤٥ - ٧٠%	أسود – له خواص مغناطيسية	أكسيد حديد مغناطيسى	Fe_3O_4	**المجنتيت**
———	٣٠ - ٤٢%	رمادى مصفر – سهل الإختزال	كربونات حديد (II)	$FeCO_3$	**السيدريت**

من قال سبحان الله و بحمده تكتب له ألف حسنة أو تحط عنه ألف سيئة

استخـــلاص الحديـــد مـــن خاماتـــه



☒ **تمرعملية استخلاص الحديد من خاماته بثلاث مراحل هى** : تجهيز الخام – إختزال الخام – إنتاج الحديد .

أولاً : تجهيز خامات الحديد

الهدف من عمليات تجهيز الخام هو :

١- تحسين الخواص الفيزيائية و الميكانيكية للخام (**عن طريق عمليات : التكسير – التلبيد – التركيز**) .

٢- تحسين الخواص الكيميائية له (**عن طريق عملية التحميص**) .

A) **تحسين الخواص الفيزيائية و الميكانيكية للخام :**

العملية	عمليات التكسير	عمليات التلبيد	عمليات التركيز
الهدف من العملية	للحصول على الخام فى أحجام مناسبة لعملية الإختزال .	تجميع حبيبات الخام الناعمة فى أحجام أكبر تكون متماثلة و متجانسة .	زيادة نسبة الحديد فى الخام بفصل الشوائب و المواد غير المرغوب فيها المختلطة بالخام أو المتحدة معه كيميائياً عن طريق : الفصل الكهربى أو المغناطيسى – خاصية التوتر السطحى .

B) **تحسين الخواص الكيميائية للخام :**

العملية	التحميص
التعريف	تسخين خام الحديد بشدة فى الهواء
الهدف من العملية	١) تجفيف الخام و التخلص من الرطوبة و رفع نسبة الحديد فى الخام : $FeCO_3 \xrightarrow{\Delta} FeO + CO_2$ سيدريت (٤٨,٨% حديد) $4FeO + O_2 \xrightarrow{\Delta} 2Fe_2O_3$ هيماتيت (٦٩,٦% حديد) $2Fe_2O_3.3H_2O \xrightarrow{\Delta} 2Fe_2O_3 + 3H_2O$ ليمونيت (٦٠% حديد) هيماتيت (٦٩,٦% حديد) ٢) أكسدة بعض الشوائب مثل الكبريت S و الفوسفور P : $S + O_2 \xrightarrow{\Delta} SO_2$ $4P + 5O_2 \xrightarrow{\Delta} 2P_2O_5$

قال تعالى فى حديثه القدسى

أحب ثلاثة و حبى لثلاثة أشد : أحب الغنى الكريم و حبى للفقير الكريم أشد ، أحب الفقير المتواضع و حبى للغنى المتواضع أشد ، أحب الشيخ الطائع و حبى للشاب الطائع أشد . و أبغض ثلاثة و بغضى لثلاثة أشد : أبغض الفقير البخيل و بغضى للغنى البخيل أشد ، أبغض الغنى المتكبر و بغضى للفقير المتكبر أشد ، أبغض الشاب العاصى و بغضى للشيخ العاصى أشد .

ثانياً : إختزال خامات الحديد

يتم في هذه المرحلة إختزال أكاسيد الحديد إلى حديد بإحدى طريقتين حسب العامل المختزل هما :

١- الإختزال بغاز **أول أكسيد الكربون** الناتج من **فحم الكوك** و تتم هذه الطريقة فى **الفرن العالى** .

٢- الإختزال بخليط من غازى **أول أكسيد الكربون و الهيدروجين** (الغاز المائى) الناتجين من **الغاز الطبيعى** و تتم هذه الطريقة فى **فرن مدركس** .

A) **تفاعلات الإختزال في الفرن العالي :**

$$C + O_2 \xrightarrow{\Delta} CO_2$$

$$2CO \xrightarrow{\Delta} CO_2 + C$$

$$Fe_2O_3 + 3CO \xrightarrow{\Delta} 2Fe + 3CO_2$$

B) **تفاعلات الإختزال في فرن مدركس :**

$$2CH_4 + CO_2 + H_2O \xrightarrow{\Delta} 3CO + 5H_2$$

$$Fe_2O_3 + 3CO + 5H_2 \xrightarrow{\Delta} 4Fe + 3CO_2 + 3H_2O$$

ثالثاً : إنتاج الحديد

بعد عملية إختزال خامات الحديد فى الفرن العالى أو فرن مدركس تأتى المرحلة الثالثة و هى إنتاج الأنواع المختلفة من الحديد مثل الحديد الزهر و الحديد الصلب .



أفران صناعة الصلب : المحولات الأكسجينية – الفرن المفتوح – الفرن الكهربى .

تعتمد صناعة الصلب على عمليتين هما :

١- التخلص من **الشوائب** الموجودة فى الحديد الناتج من أفران الإختزال .

٢- إضافة بعض **العناصر** إلى الحديد لتكسب **الصلب** الناتج الخواص المطلوبة .

السبائـــك

مواد تتكون من فلزين أو أكثر أو قد تتكون من فلز و عناصر لافلزية مثل الكربون .

التكوين :

١ -**فلزين أو أكثر :** سبائك الحديد و الكروم – الحديد و المنجنيز – الحديد و الفاناديوم – الحديد و النيكل .

٢ -**فلز مع لافلز :** سبيكة الحديد و الكربون (الحديد الصلب) .

التحضيـر :

طريقة الصهر	طريقة الترسيب الكهربى
صهر الفلزات مع بعضها بنسب معينة ثم **يصب** المنصهر فى قوالب و **يترك** ليبرد تدريجياً حتى يتجمد .	يوضع فى حوض التحليل **محاليل** لأملاح فلزين أو أكثر بنسب معينة بحيث يتم الترسيب للفلزات فى وقت واحد . **مثال** : سبيكة النحاس الأصفر (**نحاس و خارصين**) تستخدم **فى تغطية المقابض الحديدية** و تحضر **بترسيبها** كهربياً من **محلول** يحتوى على أيونات نحاس و خارصين .

أنــواع السبائــك

سبائك بينية	سبائك إستبدالية	سبائك المركبات البينفلزية
سبائك **تحتل** فيها ذرات الفلز المضاف المسافات البينيــة فــى الشــبكة البلورية لفلز آخر . **مثال :** سبيكة الحديد **و** الكربــون (الحديــد الصلب)	ســبائك **تســتبدل** فيهــا بعــض ذرات الفلــز الأصلى فى الشبكة البلورية بذرات من الفلز المضاف . **مثال :** ١- سبيكة ذهب **و** نحاس . ٢- سبيكة حديد **و** كروم (صلب لا يصدأ) . ٣- سبيكة حديد **و** نيكل .	سبائك تتحد فيها العناصر المكونـة للسبيكة اتحاد كيميائى فتتكون مركبات كيميائية لا تخضع صيغتها الكيميائية لقوانين التكافؤ . **مثال :** سبيكة ديورالومين (Duralumin) و هى تتكــون مــن ألومنيــوم **و** نيكــل Ni_3Al – سبيكة الرصاص **و** الذهب Au_2Pb

تفسير تكون السبيكة البينية :

- يتكون الحديد النقى مثل باقى الفلزات من شبكة بلورية مكونة من ذرات الفلز مرصوصة بإحكام بينها مسافات بينية .
- عند **الطرق** على سطح الفلز يمكن أن تتحرك طبقة من ذرات الفلز فوق طبقة أخرى .
- عند **إدخال** ذرات فلز آخر إلى ذرات الفلز الأصلى لتكوين السبيكة و كانت ذرات الفلز المضافة **أصغر حجماً** من ذرات الفلز النقى فإنها تدخل المسافات البينية لذرات الفلز النقى و **تتسبب فى** :

١- **إعاقة** إنزلاق الطبقات **فتزداد** صلابة الفلز النقى .

٢- تتأثر بعض الخواص **الفيزيائية** للفلز النقى **مثل** : السحب والطرق و درجة الإنصهار و الخواص المغناطيسية و التوصيل الكهربى .

شرط تكوين السبيكة الإستبدالية :

أن تكون ذرات الفلز المضاف لها نفس (الخواص الكيميائية – نصف القطر – الشكل البلورى) للفلز الأصلى .

خواص سبائك المركبات البينفلزية :

١- مركبات صلبة .

٢- تتكون من فلزات **لا تقع** فى مجموعة واحدة من الجدول الدورى .

٣- **لا تخضع** صيغتها الكيميائية **لقوانين** التكافؤ .

خـــواص الحديـــد

الخــواص الفيزيقيـــة :

تعتمد الخواص الفيزيائية للحديد على نقاوته و طبيعة الشوائب به فالحديد النقى ليس له أى أهمية صناعية (علل) **لأنه** لين نسبياً ليس شديد الصلابة – قابل للطرق و السحب – يسهل تشكيله – له خواص مغناطيسية – ينصهر عند 1538°م – كثافته 7,86 جم / سم³ . **(لذلك يفضل إستخدام الحديد فى صورة سبائك و ليس فى صورته النقية)**

الخــواص الكيميائيــة :

- **بخلاف** العناصر التى **قبل** الحديد فى السلسلة الانتقالية الأولى فإنه **لا يعطى** حالة تأكسد تدل على خروج **جميع** إلكترونات المستويين الفرعيين (4s , 3d) و هى **ثمان** إلكترونات .
- جميع حالات التأكسد الأعلى من (+3) **ليست** لها أهمية .
- حالة التأكسد (+2) **تقابل** خروج إلكترونى المستوى الفرعى (4s) و حالة التأكسد (+3) تقابل ($3d^5$) نصف ممتلئ (حالة الثبات) .

١ - تأثير الهـواء :

يتفاعل الحديد **الساخن** لدرجة الإحمرار مع الهواء أو الأكسجين **ليعطى** أكسيد حديد مغناطيسى :

$$3Fe + 2O_2 \xrightarrow{\Delta} Fe_3O_4$$



٢ - فعل بخار الماء :

يتفاعل الحديد **الساخن** (٥٠٠°م) مع بخار الماء **ليعطى** أكسيد حديد مغناطيسى و غاز **الهيدروجين** :

$$3Fe + 4H_2O \xrightarrow{500\,^oC} Fe_3O_4 + 4H_2$$



٣ - مع اللافلزات :

يتفاعل مع **الكلور** ليعطى كلوريد حديد **III** و يتحد مع **الكبريت** ليعطى كبريتيد الحديد **II**

$$2Fe + 3Cl_2 \xrightarrow{\Delta} 2FeCl_3$$

$$Fe + S \xrightarrow{\Delta} FeS$$

٤ - مع الأحماض :

- يذوب الحديد فى **الأحماض المعدنية المخففة** ليعطى أملاح حديد II و **لا يتكون** أملاح حديد III (علل) **لأن** الهيدروجين الناتج **يختزل** أيون حديد III إلى أيون حديد II .

$$Fe + H_2SO_4 \xrightarrow{dil} FeSO_4 + H_2$$

$$Fe + 2HCl \xrightarrow{dil} FeCl_2 + H_2$$

- يتفاعل الحديد مع **حمض الكبريتيك المركز** ليعطى كبريتات حديد II **و** كبريتات حديد III **و** غاز ثانى أكسيد الكبريت و الماء :

$$3Fe + 8H_2SO_4 \xrightarrow[\Delta]{conc} FeSO_4 + Fe_2(SO_4)_3 + H_2O + SO_2$$

- يسبب حمض النيتريك المركز خمولاً للحديد (علل) **لتكون** طبقة رقيقة من الأكسيد **غير مسامية** على سطح الفلز تحميه من استمرار التفاعل .

ملحوظــة : يمكن إزالة **طبقة الصدأ** بالحك **أو** إذابتها فى حمض هيدروكلوريك **مخفف** .

أكاسيــــد الحديــــد

أولاً : أكسيــد الحديـد II (FeO)

تحضيـره :

١ -تسخين أكسالات الحديد II **بمعزل** عن الهواء :

$$\begin{matrix}COO\\ |\\ COO\end{matrix} > Fe \xrightarrow[\Delta]{\text{معزل عن الهواء}} FeO + CO + CO_2$$

٢ -إختزال أكاسيد الحديد **الأعلى** بالهيدروجين أو أول أكسيد الكربون :

$$Fe_2O_3 + H_2 \xrightarrow{400 - 700^0c} 2\,FeO + H_2O$$

$$Fe_3O_4 + H_2 \xrightarrow{400 - 700^0c} 3\,FeO + H_2O$$

✓ **تدريب : هل يمكنك كتابة التفاعلين السابقين مستخدماً غاز أول أكسيد الكربون بدلاً من الهيدروجين ؟**

خواصـه :

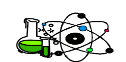
١- مسحوق أسود **لا يذوب** فى الماء .

٢- **يتأكسد** بسهولة فى **الهواء الساخن** و يتكون أكسيد حديد III :

$$4\,FeO + O_2 \xrightarrow{\Delta} 2\,Fe_2O_3$$

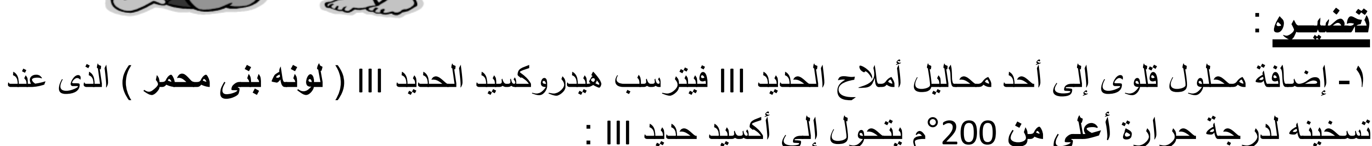
٣- يتفاعل مع **الأحماض المعدنية المخففة** منتجاً أملاح حديد II و ماء :

$$FeO + H_2SO_4 \xrightarrow{dil} FeSO_4 + H_2O$$




ثانيــاً : **أكسيــد الحديــد** III (Fe_2O_3)

وجـوده : يوجد فى الطبيعة على هيئة خام **الهيماتيت** .



تحضيــره :

١- إضافة محلول قلوى إلى أحد محاليل أملاح الحديد III فيترسب هيدروكسيد الحديد III (**لونه بنى محمر**) الذى عند تسخينه لدرجة حرارة **أعلى من** 200°م يتحول إلى أكسيد حديد III :

$$FeCl_3 + 3\,NH_4OH \longrightarrow Fe(OH)_3 + 3\,NH_4OH$$

$$2\,Fe(OH)_3 \xrightarrow[200^0c]{\text{أعلى من}} Fe_2O_3 + 3\,H_2O$$

٢- تسخين **كبريتات الحديد** II ينتج أكسيد الحديد III **و** خليط من غازى ثانى **و** ثالث أكسيد الكبريت :

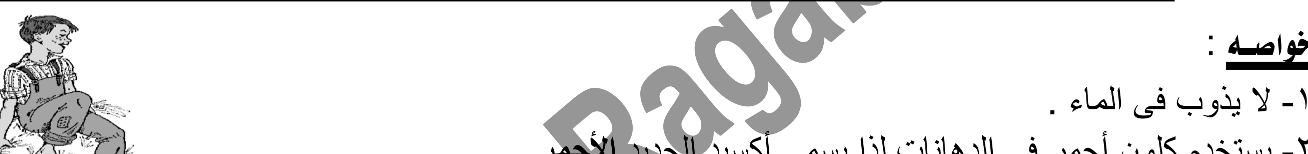
$$2\,FeSO_4 \xrightarrow{\Delta} Fe_2O_3 + SO_2 + SO_3$$

ملحوظة : يمكن الحصول على أكسيد حديد III من أكسدة (إحتراق) الأكاسيد الأخرى كما يلى :

$$4\,FeO + O_2 \xrightarrow{\Delta} 2\,Fe_2O_3$$

$$2\,Fe_3O_4 + ½\,O_2 \xrightarrow{\Delta} 3Fe_2O_3$$





خواصــه :

١- لا يذوب فى الماء .

٢- يستخدم كلون أحمر فى الدهانات لذا يسمى أكسيد الحديد **الأحمر** .

٣- يتفاعل مع **الأحماض المعدنية المركزة الساخنة** ليتكون أملاح حديد III و الماء :

$$Fe_2O_3 + 3\,H_2SO_4 \xrightarrow[Conc]{\Delta} Fe_2(SO_4)_3 + 3\,H_2O$$

ثالثــاً : **أكسيــد الحديــد الأســود (المغناطيســى)** Fe_3O_4)

وجـوده : يوجد فى الطبيعة على هيئة خام **المجنتيت** و هو أكسيد **مختلط** من أكسيد الحديد II و أكسيد الحديد III .

تحضيــره :

١- من الحديد **الساخن** لدرجة الإحمرار بفعل الهواء **أو** بخار الماء .

٢- **إختزال** أكسيد حديد III بواسطة الهيدروجين **أو** أول أكسيد الكربون :

$$3\,Fe_2O_3 + CO \xrightarrow[\Delta]{230 - 300^0c} 2\,Fe_3O_4 + CO_2$$

خواصــه :

١- مغناطيس **قوى** .

٢- يتفاعل مع الأحماض **المركزة الساخنة** ليعطى أملاح حديد II أملاح حديد **III دليل** على أنه **أكسيد مركب** :

$$Fe_3O_4 + 4\,H_2SO_4 \xrightarrow[Conc]{\Delta} Fe_2(SO_4)_3 + FeSO_4 + 4\,H_2O$$

٣- عند تسخينه فى الهواء **يتأكسد** إلى أكسيد الحديد III :

$$2\,Fe_3O_4 + ½\,O_2 \xrightarrow{\Delta} 3Fe_2O_3$$

اللّهم إنى أعوذ بك من الهم و الحزن ، و أعوذ بك من العجز و الكسل ، و أعوذ بك من غلبة الدّين و قهر الرجال ، اللهم إنى أعوذ بك من الفقر إلا إليك و من الذل إلا لك و من الخوف إلا منك ، و أعوذ بك أن أقول زوراً أو أغشى فجوراً أو أكون بك مغروراً ، و أعوذ بك من شماتة الأعداء و عضال الداء و خيبة الرجاء ، اللهم إنى أعوذ بك من شر الخلق و همّ الرزق و سوء الخُلق يا أرحم الراحمين و يا رب العالمين .

مذكرة المنار





معلم أول العلوم

مدرسة آل السعيد الثانوية

شبرا صورة



اسم الطالب

....

مقدمة

مرحباً بك عزيزى طالب الصف الثالث الثانوى و تهنئة من القلب على إجتيازك الصف الثانى الثانوى بنجاح و نتمنى لك كل التوفيق فى هذا العام الجديد .

مذكرة المنار مع أطيب أمنياتى بالنجاح و التوفيق .

أهم أسباب التفوق فى الشهادة الثانوية (إن شاء الله)

❶ التقـوى : يجـب علـى الطالـب أن يتـق الله عـزو جـل فـى أفعالـه و أقوالـه حتـى يحصـل علـى العلـم عمـلا بقولـه تعالى " و اتقوا الله و يعلمكم الله " لذلك يجب عليه تبعاً لذلك ترك المعاصى و التوبة إلى الله توبة نصوحا.

❷ المحافظة على الصلاة في أوقاتها خاصة صلاة الفجر .

❸ اللجوء لله بكثرة الدعاء له و التوكل عليه فى التوفيق فى المذاكرة وتحصيل العلم.

❹ تنظيم الوقت جيداً و عمل جدول أسبوعى للمذاكرة بحيث تكون هناك ساعات فى اليوم لمذاكرة الدروس الجديدة و عمل الواجبات و ساعات أخرى لمراجعة القديم ، كما يراعى فى التنظيم أن تراجع كل مادة على الأقل مرة واحدة فى الأسبوع.

❺ قبـل المـذاكرة اقـرأ و لـو صـفحة واحـدة مـن القـرأن الكـريم بتركيـز شـديد و تمعـن و تـدبر حتـى يكـون ذهنـك صـافياً و بعد ذلك يبدأ عقلك فى التركيز فى تحصيل العلم فقط دون تشويش من أى مؤثر خارجى .

❻ ابدأ المذاكرة بدعاء قبل المذاكرة و اختمها بدعاء بعد المذاكرة .

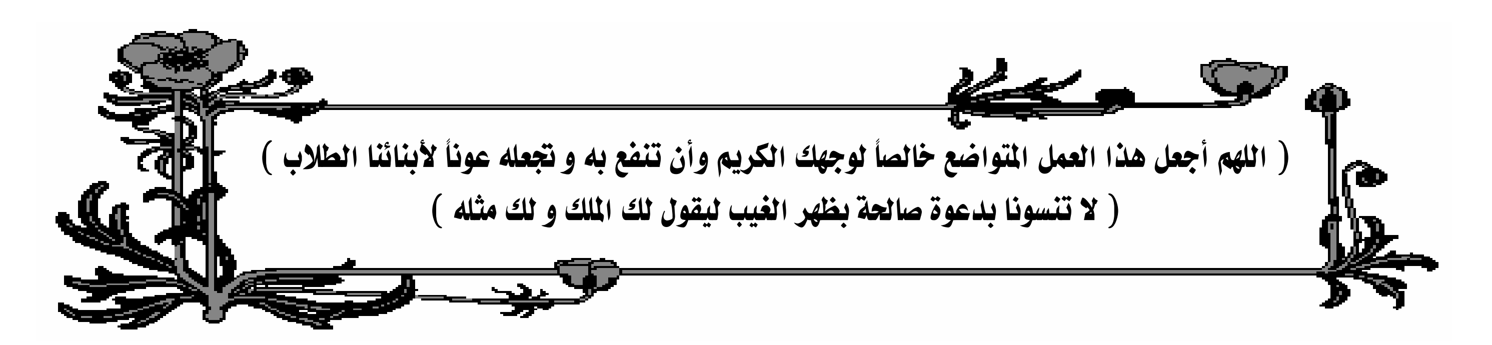
❼ أثناء المذاكرة حاول أن تستخدم عدة طرق لتثبيت المعلومات كالتالى : اقرأ الجزء الذى ستذاكره كاملاً أول مرة ثم قم بتقسيمه إلى عدة عناوين و أجزاء ثم ذاكر كل جزء على حدة بالصوت العالى مرة و بالقراءة مرة و بالكتابة مرة أخرى ثم ذاكر جميع الأجزاء معاً ثم قم بحل بعض الأسئلة على الدرس كاملاً .

🕮 دعاء قبل المذاكرة 🕮

❁ " اللهم إنى أسالك فهم النبيين و حفظ المرسلين و إلهام الملائكة المقربين ، اللهم اجعل ألسنتنا عامرة بذكرك و قلوبنا بخشيتك و أسرارنا بطاعتك إنك على كل شئ قدير و حسبنا الله و نعم الوكيل " ❁

🕮 دعاء بعد المذاكرة 🕮

❁ " اللهم إني أستودعك ما قرأت وما حفظت فرده علي عند حاجتي إليه يا رب العالمين " ❁







❁ **كلمات مضيئة** ❁

إذا كنت تحبّ السرور في الحياة فاعتنِ بصحتك، و إذا كنت تحبّ السعادة في الحياة فاعتنِ بخلقك، و إذا كنت تحبّ الخلود في الحياة فاعتنِ بعقلك، و إذا كنت تحبّ ذلك كله فاعتنِ بدينك.



Mr. Mahmoud Ragab 0122-5448031

تراكم معرفي

مراجعة مفاهيم و قوانين سبق دراستها فى الصفين الأول و الثانى الثانوى و لها علاقة بمنهج كيمياء الصف الثالث الثانوى .

☒ **المول** :

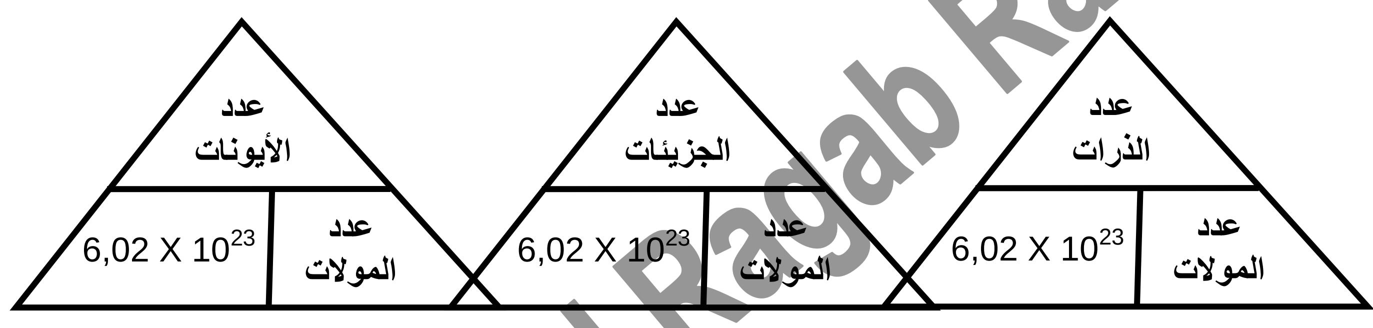
هو كمية المادة التي تحتوي على عدد أفوجادرو من الجسيمات (ذرات – جزيئات – أيونات – وحدات صيغة – إلكترونات).



☒ **الكتلة المولية** :

مجموع الكتل الذرية للعناصر الداخلة في تركيب الجزيء أو وحدة الصيغة مقدرة بوحدة الجرام .

المول و عدد أفوجادرو



- عدد الجزيئات = عدد مولات الجزيئات × $6,02 \times 10^{23}$
- عدد الأيونات = عدد مولات الأيونات × $6,02 \times 10^{23}$
- عدد الذرات = عدد مولات الذرات × $6,02 \times 10^{23}$

المول الواحد من أى مادة يحتوى على عدد من الذرات أو الجزيئات أو الأيونات يعرف بعدد أفوجادرو و يساوى $6,02 \times 10^{23}$

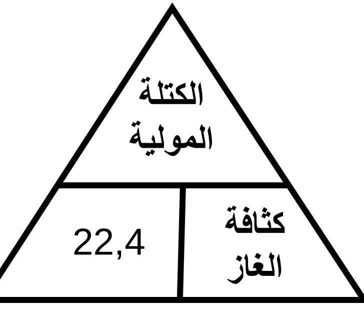
☒ **عدد أفوجادرو** : هو عدد الذرات أو الجزيئات أو الأيونات الموجودة في مول واحد من المادة .

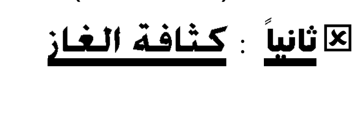
الحساب الكيميائي في الغازات

حجم الغاز
عدد المولات
22,4

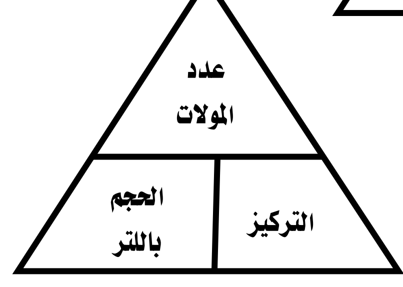
☒ **أولاً** : **حجم الغاز**

☒ يشغل المول من أى غاز عند معدل الضغط و درجة الحرارة حجماً قدره 22,4 لتر (فى S.T.P) .





تركيز المحلول



التركيز المولارى " المولارية " : عدد مولات المذاب في لتر من المحلول .

سبحان الله و بحمده سبحان الله العظيم

الكيمياء التحليلية :

فرع من فروع الكيمياء يستخدم فى التعرف على : نوع العناصر المكونة للمادة - نسبة كل عنصر - طريقة إرتباط العناصر مع بعضها للوصول إلى الصيغة الجزيئية للمادة .

أهمية الكيمياء التحليلية :

يعتبر التحليل الكيميائى أحد فروع علم الكيمياء الهامة التى ساهمت فى تقدم علم الكيمياء و تطور المجالات العلمية المختلفة مثل : الطب – الزراعة – الصيدلة – الصناعات الغذائية – البيئة ..... .

- **مجال الزراعة :**

تحليل مكونات التربة لمعرفة خواصها من حيث : الحموضة – القاعدية – نوع و نسب العناصر الموجودة فى التربة (علل) لمعالجة التربة بإضافة الأسمدة المناسبة لتحسين خواص التربة و المحاصيل .

- **مجال الطب :**

فى التحاليل الطبية مثل:

١- تحديد نسبة السكر و الزلال و البولينا و الكوليسترول فى الدم تسهل مهمة الطبيب فى التشخيص و العلاج .

٢- معرفة تركيز المكونات الفعالة فى الأدوية .

- **مجال الصناعة :**

التحليل الكيميائى للخامات و المنتجات لتحديد مدى مطابقتها للمواصفات القياسية .

- **مجال خدمة البيئة :**

١- تحديد نسبة الغازات الملوثة فى الجو مثل : أكاسيد النيتروجين – غاز أول أكسيد الكربون – غاز ثانى أكسيد الكبريت .

٢- تحديد محتوى الغذاء و الماء من الملوثات البيئية الضارة .

أنواع التحليل الكيميائى Chemical analysis types

أولاً : التحليل الوصفى (الكيفى = النوعى) : Qualitative Analysis

هو تحليل يستخدم للتعرف على مكونات المادة سواء كانت نقية (ملح بسيط) أو مخلوط من عدة مواد .

- إذا كانت المادة نقية :

يمكن التعرف عليها من خصائصها الفيزيائية الثابتة مثل درجة الإنصهار – درجة الغليان – الكتلة المولية .

- إذا كانت المادة مخلوط :

يتم أولاً إجراء فصل لكل مكون على حدة ثم إستخدام الكواشف المناسبة للتعرف عليها .

ثانياً : التحليل الكمى : Quantitative Analysis

هو تحليل يستخدم لتقدير نسبة كل مكون من المكونات الأساسية للمادة .

⇦ علل : لابد من إجراء عملية تحليل كيفى أولاً قبل التحليل الكمى .

↵ للتعرف على مكونات المادة حتى يمكن إختيار أنسب الطرق لتحليلها كمياً .



أولاً : التحليـــل الكيميائى الوصفى Qualitative Chemical analysis

يمكن وضع تعريف جديد للتحليل الوصفى و هو : سلسلة من تفاعلات مختارة مناسبة تجرى للتعرف على نوع المكونات الأساسية لمادة على أساس التغيرات الحادثة فى هذه التفاعلات .

فروع التحليـــــل الكيميائى الوصفى

A) **يضم التحليل الكيميائى الوصفى فرعين هما :**

تحليل المركبات العضوية	تحليل المركبات غير العضوية
يتم فيه الكشف عن العناصر والمجموعات الوظيفية الموجودة بهدف التعرف على المركب العضوى .	يتم فيه التعرف على الأيونات التى يتكون منها المركب غير العضوى . **يشمل هذا النوع :** ١- الكشف عن الكاتيونات (الشقوق القاعدية) . ٢- الكشف عن الأنيونات (الشقوق الحامضية) .

الكشف عن الأنيونات (الشقوق الحامضية)

يمكن تقسيم الأنيونات إلى ثلاث مجموعات لكل مجموعة كاشف معين هى :

١- مجموعة أنيونات حمض الهيدروكلوريك المخفف .

٢- مجموعة أنيونات حمض الكبريتيك المركز .

٣- مجموعة أنيونات محلول كلوريد الباريوم .



أولاً : مجموعة أنيونات حمض الهيدروكلوريك المخفف

تشمل هذه المجموعة الآنيونات التالية :

كربونات CO_3^{--} ، بيكربونات HCO_3^{-} ، كبريتيت SO_3^{--} ، ثيوكبريتات $S_2O_3^{--}$ ، نيتريت NO_2^{-} ، كبريتيد S^{--} .

أساس الكشف :

حمض الهيدروكلوريك المخفف أكثر ثباتاً من الأحماض التى أشتقت منها هذه الأنيونات فعند إضافة حمض الهيدروكلوريك المخفف لأملاح هذه الأنيونات تنفصل هذه الأحماض فى صورة غازات يتم الكشف عنها بواسطة كاشف مناسب .



⇦ **علل : عند الكشف عن أنيونات حمض الهيدروكلوريك المخفف يفضل التسخين الهين .**

لأن التسخين الهين يساعد على طرد الغازات الناتجة من التفاعل .

التجربة الأساسية : الملح الصلب + حمض الهيدروكلوريك المخفف

آنيون الكربونات Carbonate CO_3^{-2}

يحدث فوران و يتصاعد غاز ثانى أكسيد الكربون الذى يعكر ماء الجير إذا مر فيه لفترة قصيرة .

$$Na_2CO_3 + 2\,HCl \longrightarrow 2\,NaCl + H_2O + CO_2\uparrow$$

يتعكر ماء الجير لتكون كربونات كالسيوم غير ذائبة :

$$CO_2 + Ca(OH)_2 \xrightarrow[S.T]{\text{مدة قصيرة}} CaCO_3 + H_2O$$

⇦ **س علل : يمر غاز ثانى أكسيد الكربون فى ماء الجير لفترة قصيرة .**

حتى لا يزول التعكير نتيجة تحول كربونات الكالسيوم المتكونة إلى بيكربونات كالسيوم ذائبة .

> **ملحوظة :**
> ✓ جميع أملاح الكربونات لا تذوب فى الماء عدا كربونات : الصوديوم – البوتاسيوم – الأمونيوم .
> ✓ جميع كربونات الفلزات تذوب فى حمض الهيدروكلوريك .

تجربة تأكيدية :

محلول الملح + محلول كبريتات الماغنسيوم : يتكون راسب أبيض على البارد يذوب فى حمض الهيدروكلوريك .



$$Na_2CO_3 + MgSO_4 \longrightarrow MgCO_3\downarrow + Na_2SO_4$$

(راسب أبيض)

$$MgCO_3 + HCl \longrightarrow MgCl_2 + H_2O + CO_2\uparrow$$

<u>آنيون البيكربونات</u> Bicarbonate HCO_3^-

نفس التجارب السابقة (يحدث فوران و يتصاعد غاز ثانى أكسيد الكربون يعكر ماء الجير إذا مر فيه لفترة قصيرة) و **لكن** مع التسخين فى التجربة التأكيدية :

$$NaHCO_3 + HCl \longrightarrow NaCl + H_2O + CO_2\uparrow$$

تجربة تأكيدية :

محلول الملح + محلول كبريتات الماغنسيوم : يتكون راسب أبيض بعد التسخين .

$$2\,NaHCO_3 + MgSO_4 \longrightarrow Mg(HCO_3)_2 + Na_2SO_4$$

$$Mg(HCO_3)_2 \xrightarrow{\Delta} MgCO_3\downarrow + H_2O + CO_2\uparrow$$

(راسب أبيض)

ملحوظة :

✓ تختلف محاليل البيكربونات عن الكربونات فى أنها **لا تعطى مع كبريتات الماغنسيوم راسب على <u>البارد</u>** .

<u>آنيون الكبريتيت</u> Sulphite SO_3^{-2}

يتصاعد غاز ثانى أكسيد الكبريت SO_2 ذو رائحة نفاذة (خانقة) والذى يحول ورقة مبللة بمحلول ثانى كرومات البوتاسيوم $K_2Cr_2O_7$ المحمضة بحمض الكبريتيك المركز من اللون البرتقالى إلى اللون الأخضر .

$$Na_2SO_3 + 2HCl \longrightarrow 2NaCl + H_2O + SO_2\uparrow$$

$$K_2Cr_2O_7 + 3SO_2 + H_2SO_4 \longrightarrow K_2SO_4 + Cr_2(SO_4)_3 + H_2O$$

تجربة تأكيدية :

محلول الملح + محلول نترات الفضة $AgNO_3$: يتكون راسب أبيض يتحول إلى أسود بالتسخين .

$$Na_2SO_3 + 2AgNO_3 \longrightarrow 2NaNO_3 + Ag_2SO_3\downarrow$$

(راسب أبيض)

<u>آنيون الكبريتيد</u> Sulphide S^{-2}

يتصاعد غاز كبريتيد الهيدروجين H_2S ذو رائحة كريهة و الذى يسود ورقة مبللة بمحلول أسيتات رصاصII .

$$Na_2S + 2HCl \longrightarrow 2NaCl + H_2S\uparrow$$

$$(CH_3COO)_2Pb + H_2S \longrightarrow PbS\downarrow + 2CH_3COOH$$

(راسب أسود)



تجربة تأكيدية :

محلول الملح + محلول نترات الفضة $AgNO_3$: يتكون راسب أسود من كبريتيد الفضة .

$$Na_2S + 2AgNO_3 \longrightarrow 2NaNO_3 + Ag_2S\downarrow$$

(راسب أسود)

اللّهم إنك تعلم أنى عرفتك على مبلغ إمكانى ، فاغفر لى فإن معرفتى إياك وسيلتى إليك .

آنيون الثيوكبريتات Thiosulphat $S_2O_3^{-2}$

تصاعد غاز ثانى أكسيد الكبريت SO_2 و يظهر راسب أصفر باهت (علل) نتيجة تعلق الكبريت فى المحلول.

$$2HCl + Na_2S_2O_3 \longrightarrow 2NaCl + H_2O + SO_2 + S\downarrow$$

راسب أصفر

تجربة تأكيدية :

محلول الملح + محلول اليود : يزول لون محلول اليود البنفسجى .

$$2Na_2S_2O_3 + I_2 \longrightarrow 2NaI + Na_2S_4O_6$$

رباعى ثيونات صوديوم

آنيون النيتريت Nitrite NO_2^-

يتصاعد غاز أكسيد نيتريك NO عديم اللون يتحول عند فوهة الأنبوبة إلى غاز ثانى أكسيد نتروجين NO_2 بنى محمر

$$NaNO_2 + HCl \longrightarrow NaCl + HNO_2$$

$$3HNO_2 \longrightarrow HNO_3 + 2NO\uparrow + H_2O$$

$$2NO + O_2 \longrightarrow 2NO_2\uparrow$$

تجربة تأكيدية :

محلول الملح + محلول برمنجانات بوتاسيوم محمضة بحمض الكبريتيك المركز : يزول لون محلول البرمنجانات البنفسجى .

$$5NaNO_2 + 2KMnO_4 + 3H_2SO_4 \longrightarrow 5NaNO_3 + K_2SO_4 + 2MnSO_4 + 3H_2O$$



ثانياً : مجموعة أنيونات حمض الكبريتيك المركز

تشمل هذه المجموعة الآنيونات التالية :

كلوريد Cl^- ، بروميد Br^- ، يوديد I^- ، ثيوكبريتات $S_2O_3^{--}$ ، نيترات NO_3^- .

أساس الكشف :

حمض الكبريتيك المركز أكثر ثباتاً من الأحماض التى أشتقت منها هذه الأنيونات فعند إضافة حمض الكبريتيك المركز لأملاح هذه الأنيونات تنفصل هذه الأحماض فى صورة غازات يمكن الكشف عنها بالكواشف المناسبة .

التجربة الأساسية : الملح الصلب + حمض الكبريتيك المركز ثم التسخين عند الضرورة

آنيون الكلوريد Chloride Cl^-

يتصاعد غاز كلوريد الهيدروجين عديم اللون يكون سحباً بيضاء مع ساق زجاجية مبللة بمحلول النشادر .

$$2NaCl + H_2SO_4 \xrightarrow{Conc/\Delta} Na_2SO_4 + 2HCl\uparrow$$

$$NH_3 + HCl \longrightarrow NH_4Cl + H_2O$$

تجربة تأكيدية :

محلول الملح + محلول نيترات الفضة : يتكون راسب أبيض من كلوريد الفضة يتغير إلى بنفسجى فى الضوء و يذوب فى محلول النشادر (هيدروكسيد الأمونيوم) المركز .

$$NaCl + AgNO_3 \longrightarrow NaNO_3 + AgCl\downarrow$$

راسب أبيض

المنار فى الكيمياء

آنيون البروميد Br ⁻ Bromide

يتصاعد غاز بروميد الهيدروجين عديم اللون يتأكسد جزء منه بفعل حمض الكبريتيك و تنفصل أبخرة برتقالية حمراء من البروم تسبب إصفرار ورقة مبللة بمحلول النشا .

$$2NaBr + H_2SO_4 \xrightarrow{Conc/\Delta} Na_2SO_4 + 2HBr\uparrow$$

$$2HBr + H_2SO_4 \xrightarrow{Conc} 2H_2O + SO_2 + Br_2\uparrow$$

تجربة تأكيدية :

محلول الملح + محلول نيترات الفضة : يتكون راسب أبيض مصفر من بروميد الفضة يصبح داكن فى الضوء و يذوب ببطء فى محلول النشادر (هيدروكسيد الأمونيوم) المركز .

$$NaBr + AgNO_3 \longrightarrow NaNO_3 + \underset{\text{راسب أبيض مصفر}}{AgBr\downarrow}$$

آنيون اليوديد I ⁻ Iodide

يتصاعد غاز يوديد الهيدروجين عديم اللون يتأكسد جزء منه بفعل حمض الكبريتيك و تنفصل أبخرة اليود و تظهر بلونها البنفسجى عن التسخين تصبغ لون ورقة مبللة بمحلول النشا باللون الأزرق .

$$2KI + H_2SO_4 \xrightarrow{Conc/\Delta} K_2SO_4 + 2HI\uparrow$$

$$2HI + H_2SO_4 \xrightarrow{Conc} 2H_2O + SO_2 + I_2\uparrow$$

تجربة تأكيدية :

محلول الملح + محلول نيترات الفضة : يتكون راسب أصفر من يويد الفضة لا يذوب فى محلول النشادر .

$$NaI + AgNO_3 \longrightarrow NaNO_3 + \underset{\text{راسب أصفر}}{AgI\downarrow}$$

آنيون النيترات NO_3^- Nitrat

يتكون حمض **نيتريك** ينحل بالتسخين و يتصاعد أبخرة (غاز) ثانى أكسيد النيتروجين بنى محمر و **تزداد** كثافة الأبخرة عند إضافة قليل من خراطة **النحاس** .

$$2NaNO_3 + H_2SO_4 \xrightarrow{Conc/\Delta} Na_2SO_4 + 2HNO_3$$

$$4HNO_3 \xrightarrow{\Delta} 2H_2O + 4NO_2\uparrow + O_2\uparrow$$

$$4HNO_3 + Cu \xrightarrow[\Delta]{Conc} Cu(NO_3)_2 + 2H_2O + 2NO_2\uparrow$$



تجربة تأكيدية : (إختبار الحلقة البنية)

محلول الملح + محلول كبريتات حديد II + قطرات حمض كبريتيك مركز تضاف بحرص على الجدار الداخلى للأنبوبة :

تتكون حلقة بنية عند السطح الفاصل بين الحمض و محلولى التفاعل تزول بالرج أو التسخين .

$$2NaNO_3 + 6FeSO_4 + 4H_2SO_4 \xrightarrow{Conc} 3Fe_2(SO_4)_3 + Na_2SO_4 + 4H_2O + 2NO$$

$$FeSO_4 + NO \longrightarrow FeSO_4 . NO \text{ (مركب الحلقة البنية)}$$

يمكن إيجاز ما سبق من تجارب فى المخطط التالى :

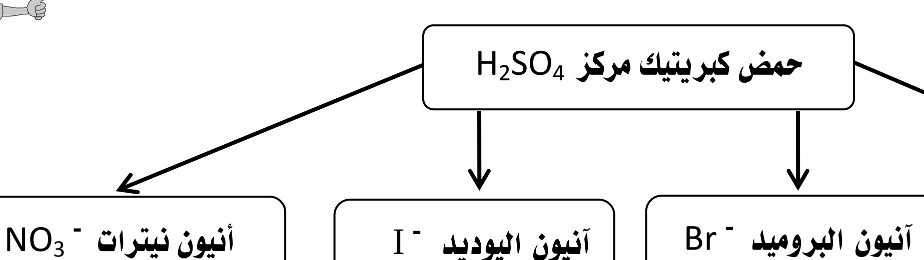
مجموعة آنيونات حمض الهيدروكلوريك المخفف (عند إضافة الملح الصلب إلى محلول حمض الهيدروكلوريك المخفف HCl)

حمض هيدروكلوريك مخفف HCl

الأنيون	المشاهدة الأولية	التجربة التأكيدية (يتم إضافة)	المشاهدة
أنيون كربونات CO_3^{-2}	يحدث فوران و يتصاعد غاز CO_2 يعكر ماء الجير الرائق	محلول $MgSO_4$	راسب أبيض من كربونات ماغنسيوم $MgCO_3$ على البارد مع الكربونات
أنيون بيكربونات HCO_3^{-2}	يحدث فوران و يتصاعد غاز CO_2 يعكر ماء الجير الرائق	محلول $MgSO_4$	راسب أبيض من كربونات ماغنسيوم $MgCO_3$ بعد التسخين مع البيكربونات
أنيون كبريتيت SO_3^{-2}	يتصاعد غاز ثانى أكسيد الكبريت SO_2 له رائحة نفاذة يخضر ورقة مبللة بمحلول الكرومات	محلول $AgNO_3$	راسب أبيض من كبريتيت فضة Ag_2SO_3 يسود بالتسخين
أنيون ثيوكبريتات $S_2O_3^{-2}$	يتصاعد غاز SO_2 له رائحة نفاذة و يترسب كبريت أصفر	محلول I_2	يزول لون اليود البنفسجى
أنيون كبريتيد S^{-2}	يتصاعد غاز كبريتيد الهيدروجين H_2S له رائحة كريهه يسود ورقة مبللة بمحلول أسيتات الرصاص	محلول $AgNO_3$	راسب أسود من كبريتيد الفضة Ag_2S
أنيون نيتريت NO_2^{-}	يتصاعد غاز أكسيد نيتريك NO عديم اللون يتحول إلى ثانى أكسيد نيتريك NO_2 بنى محمر عند فوهة الأنبوبة	محلول $KMnO_4$	يزول لون محلول البرمنجانات البنفسجى

المنار فى الكيمياء





يمكن إيجاز ما سبق من تجارب فى المخطط التالى :

مجموعة آنيونات حمض الكبريتيك المركز (عند إضافة الملح الصلب إلى محلول حمض الكبريتيك المركز H_2SO_4)

حمض كبريتيك مركز H_2SO_4

- **آنيون كلوريد Cl^-**
  - يتصاعد غاز كلوريد الهيدروجين عديم اللون يكون سحب بيضاء من كلوريد الأمونيوم عند تعريضه لساق زجاجية مبللة بمحلول النشادر.
  - تجربة تأكيدية يتم إضافة محلول $AgNO_3$ ← ينتج راسب أبيض من كلوريد الفضة يتغير إلى بنفسجى فى الضوء و يذوب فى محلول النشادر
- **آنيون البروميد Br^-**
  - يتصاعد غاز بروميد الهيدروجين عديم اللون يتأكسد بحمض الكبريتيك المركز و تنفصل أبخرة البروم بلونها البرتقالى الأحمر تصبغ لون ورقة مبللة بمحلول النشا باللون أصفر .
  - تجربة تأكيدية يتم إضافة محلول $AgNO_3$ ← ينتج راسب أبيض مصفر من بروميد الفضة يتحول إلى داكن فى الضوء يذوب ببطء فى النشادر
- **آنيون اليوديد I^-**
  - يتصاعد غاز يوديد الهيدروجين عديم اللون يتأكسد بحمض الكبريتيك المركز و تنفصل أبخرة اليود و تظهر بلونها البنفسجى عن التسخين تصبغ لون ورقة مبللة بمحلول النشا باللون الأزرق .
  - تجربة تأكيدية يتم إضافة محلول $AgNO_3$ ← ينتج راسب أصفر من يوديد الفضة لا يذوب فى محلول النشادر .
- **آنيون نيترات NO_3^-**
  - يتصاعد غاز ثانى أكسيد النيتروجين لونه بنى محمر يزداد بإضافة خراطة النحاس .
  - تجربة تأكيدية (الحلقة البنية) ← محلول كبريتات حديد II + حمض كبريتيك مركز
  - المشاهدة ← حلقة بنية عن سطح الإنفصال تزول بالرج أو التسخين .

اللهم إنى أعوذ بك من القسوة و الغفلة و الذلة و المسكنة ، و أعوذ بك من الكفر و الفسوق و الشقاق و السمعة و الرياء ، و أعوذ بك من الصمم و البكم و الجذام و الجنون و سيئ الأسقام .



ثالثاً : مجموعة أنيونات محلول كلوريد الباريوم $BaCl_2$

تشمل هذه المجموعة الآنيونات التى لا تتأثر بالحمضين السابقين (حمض الهيدروكلوريك المخفف أو حمض الكبريتيك المركز) و منها أنيون الكبريتات SO_4^{-2} و أنيون الفوسفات PO_4^{-3} . ↓

أساس الكشف :

هذه الأنيونات لا تتفاعل مع حمض الهيدروكلوريك المخفف أو حمض الكبريتيك المركز لكن تعطى محاليل أملاحها راسب مع محلول كلوريد الباريوم $BaCl_2$.

التجربة الأساسية : محلول الملح + محلول كلوريد الباريوم

آنيون الفوسفات Phosphate PO_4^{-3}

يتكون راسب **أبيض** من فوسفات الباريوم **يذوب** فى حمض الهيدروكلوريك المخفف .

$$2Na_3PO_4 + 3BaCl_2 \longrightarrow \underset{\text{راسب أبيض}}{Ba_3(PO_4)_2\downarrow} + 6NaCl$$

تجربة تأكيدية :

محلول الملح + محلول نيترات الفضة : يتكون راسب **أصفر** من فوسفات الفضة **يذوب** فى محلول النشادر **و** حمض النيتريك .

$$Na_3PO_4 + 3AgNO_3 \longrightarrow 3NaNO_3 + \underset{\text{راسب أصفر}}{Ag_3PO_4\downarrow}$$

آنيون الكبريتات Sulphate SO_4^{-2}

يتكون راسب **أبيض** من كبريتات الباريوم **لا يذوب** فى حمض الهيدروكلوريك المخفف .

$$Na_2SO_4 + BaCl_2 \longrightarrow \underset{\text{راسب أبيض}}{BaSO_4\downarrow} + 2NaCl$$

تجربة تأكيدية :

محلول الملح + محلول أسيتات الرصاص II : يتكون راسب **أبيض** من كبريتات الرصاص .

$$Na_2SO_4 + (CH_3COO)_2Pb \longrightarrow 2CH_3COONa + \underset{\text{راسب أبيض}}{PbSO_4\downarrow}$$

الحمد لله اللهم ربنا لك الحمد بما خلقتنا و رزقتنا و هديتنا و علمتنا و أنقذتنا و فرجت عنا ، لك الحمد بالايمان و لك الحمد بالإسلام و لك الحمد بالقرآن ولك الحمد بالأهل و المال و المعافاة ، كبت عدونا و بسطت رزقنا و أظهرت أمننا وجمعت فرقتنا و أحسنت معافاتنا و من كل ما سألناك أعطيتنا ، فلك الحمد على ذلك حمداً كثيراً و لك الحمد بكل نعمة أنعمت بها علينا فى قديم و حديث أو سراً و علانية أو حيّ و ميت أو شاهد و غائب حتى ترضى ، و لك الحمد إذا رضيت ، و لك الحمد بعد الرضا ، و صلى اللهم على محمد وعلى آله وسلم .

يمكن إيجاز ما سبق من تجارب فى المخطط التالى :

مجموعة آنيونات محلول كلوريد الباريوم (عند إضافة محلول الملح إلى محلول كلوريد الباريوم $BaCl_2$)



اللهم فاطر السماوات و الأرض ، علام الغيب و الشهادة ، ذا الجلال و الإكرام ، إنى اعهد إليك فى هذه الحياة الدنيا ، و أشهدك و كفى بك شهيداً أنى أشهد أن لاإله إلا أنت وحدك لا شريك لك ، و أن محمداً عبدك و رسولك ، و أشهد أن وعدك حق ، و لقاءك حق ، و الجنة حق ، و أن الساعة لاريب فيها ، و أنك تبعث من فى القبور ، و أنك إن تكلنى إلى نفسى تكلنى إلى ضعف و عورة و ذنب و خطيئة ، و إنى لا أثق إلا برحمتك فاغفر لى ذنوبى كلها و تب علىّ إنك أنت التواب الرحيم .

الكشف عن الكاتيونات (الشقوق القاعدية)

- كما تقسم الشقوق الحامضية إلى عدة مجموعات كذلك فإن الشقوق **القاعدية** فى التحليل الكيفى تقسم إلى **ست** مجموعات تسمى **المجموعات التحليلية** .

- يعتمد تقسيم الشقوق القاعدية على **إختلاف ذوبان** أملاح هذه الفلزات فى **الماء** فمثلاً : كلوريدات فلزات المجموعة التحليلية الأولى (كلوريد الذهب I ، كلوريد الزئبق I ، كلوريد الرصاص II) شحيحة الذوبان فى الماء و لذلك يسهل ترسيبها وفصلها عن المجموعات الأخرى على هيئة **كلوريدات** بإضافة كاشف المجموعة وهو حمض الهيدروكلوريك المخفف .

- يسمى المحلول أو المحاليل التى تستخدم فى ترسيب أية مجموعة بـ (كاشف المجموعة) و لكل مجموعة من الشقوق القاعدية كاشف معين .

⇦ **س علل : الكشف عن الشق القاعدى أكثر تعقيداً من الكشف عن الشق الحمضى .**

لكثرة عدد الشقوق القاعدية و للتداخل فيما بينها ، و إمكانية وجود الشق الواحد فى أكثر من حالة تأكسد (الحديد يمكن أن يوجد على هيئة أيون الحديدII أو على هيئة أيون الحديد III) .

- الجدول يوضح فلزات كل مجموعة و الكاشف المميز لها

المجموعة	الشقوق القاعدية " الكاتيونات "	كاشف المجموعة	الراسب
الأولى	فضه I – زئبق I – رصاص II	حمض هيدروكلوريك مخفف	كلوريدات
الثانية	نحاس II	غاز كبريتيد هيدروجين فى وسط حمضى	كبريتيدات
الثالثة	ألومنيوم – حديد II – حديد III	هيدروكسيد أمونيوم	هيدروكسيدات
الخامسة	كالسيوم	كربونات أمونيوم	كربونات

أولاً : المجموعة التحليلية الثانية

- **كاشف المجموعة هو** : كبريتيد الهيدروجين H_2S فى وسط حمضى (HCl مخفف) .

- **تترسب كاتيونات المجموعة التحليلية الثانية على هيئة** : كبريتيدات فى الوسط الحمضى .

مثال : أيون النحاس II .

التجربة الأساسية : محلول الملح + كاشف المجموعة ($HCl + H_2S$) .

كاتيون النحاس II Cu^{+2}

يتكون راسب **أسود** من كبريتيد نحاس II يذوب فى حمض النيتريك الساخن .

$$CuSO_4 + H_2S \longrightarrow \underset{\text{راسب أسود}}{CuS\downarrow} + H_2SO_4$$

⇦ **س علل : يضاف حمض الهيدروكلوريك المخفف لمحاليل أملاح المجموعة التحليلية الثانية عند الكشف عنها .**

لجعل الوسط حمضى .





ثانياً : المجموعة التحليلية الثالثة

- **كاشف المجموعة هو :** هيدروكسيد الأمونيوم NH_4OH .
- **تترسب كاتيونات المجموعة التحليلية الثالثة على هيئة :** هيدروكسيدات .

مثال : أيون الألومنيوم – أيون الحديد II – أيون الحديد III .

التجربة الأساسية : محلول الملح + كاشف المجموعة (هيدروكسيد الأمونيوم) .

كاتيون الألومنيوم Al^{+3}

يتكون راسب **أبيض جيلاتينى** من هيدروكسيد الألومنيوم **يذوب** فى الأحماض المخففة **و** محلول الصودا الكاوية .

$$Al_2(SO_4)_3 + 6NH_4OH \longrightarrow 3(NH_4)_2SO_4 \downarrow + 6NaCl$$

راسب أبيض

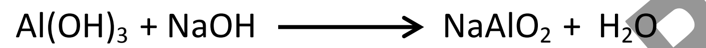
تجربة تأكيدية :

محلول الملح + محلول هيدروكسيد الصوديوم : يتكون **راسب أبيض جيلاتينى** من هيدروكسيد الألومنيوم **يذوب** فى **وفرة** من محلول هيدروكسيد الصوديوم مكوناً ميتا ألومنيات الصوديوم .



$$Al_2(SO_4)_3 + 6NaOH \longrightarrow 3Na_2SO_4 + Al(OH)_3 \downarrow$$

راسب أبيض



$$Al(OH)_3 + NaOH \longrightarrow NaAlO_2 + H_2O$$

كاتيون الحديد II Fe^{+2}

يتكون راسب **أبيض** من هيدروكسيد الحديد II يتحول إلى **أبيض مخضر** فى **الهواء و** يذوب فى الأحماض .

$$FeSO_4 + 2NH_4OH \longrightarrow (NH_4)_2SO_4 + Fe(OH)_2 \downarrow$$

راسب أبيض

تجربة تأكيدية :

محلول الملح + محلول هيدروكسيد الصوديوم : يتكون راسب **أبيض مخضر** من هيدروكسيد الحديد II .

$$FeSO_4 + 2NaOH \longrightarrow Na_2SO_4 + Fe(OH)_2 \downarrow$$

راسب أبيض مخضر



كاتيون الحديد III Fe^{+3}

يتكون راسب **جيلاتينى بنى محمر** من هيدروكسيد الحديد III **يذوب** فى الأحماض .

$$FeCl_3 + 3NH_4OH \longrightarrow 3NH_4Cl + Fe(OH)_3 \downarrow$$

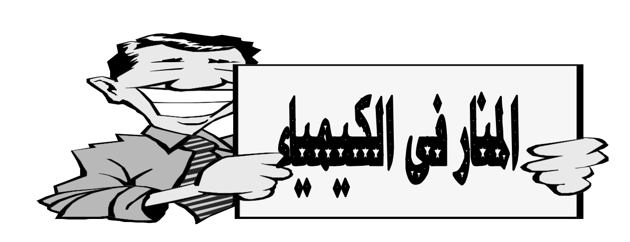
راسب بنى محمر

تجربة تأكيدية :

محلول الملح + محلول هيدروكسيد الصوديوم : يتكون **راسب بنى محمر** من هيدروكسيد الحديد III .

$$FeCl_3 + 3NaOH \longrightarrow 2NaCl + Fe(OH)_3 \downarrow$$

راسب بنى محمر



ثالثاً : المجموعة التحليلية الخامسة



- **كاشف المجموعة هو** : كربونات الأمونيوم $(NH_4)_2CO_3$.
- **تترسب كاتيونات المجموعة التحليلية الخامسة على هيئة** : كربونات .

مثال : أيون الكالسيوم .

التجربة الأساسية : محلول الملح + كاشف المجموعة (كربونات الأمونيوم) .

كاتيون الكالسيوم II Ca^{+2}

يتكون راسب **أبيض** من كربونات الكالسيوم **يذوب** فى حمض الهيدروكلوريك المخفف **و** الماء المحتوى على CO_2 .

$$CaCl_2 + (NH_4)_2CO_3 \longrightarrow 2NH_4Cl + CaCO_3 \downarrow$$
راسب أبيض

$$CaCO_3 + H_2O + CO_2 \longrightarrow Ca(HCO_3)_2$$

تجربة تأكيدية :

١) **محلول الملح + حمض كبريتيك مخفف :** يتكون راسب **أبيض** من كبريتات الكالسيوم .

$$CaCl_2 + H_2SO_4 \longrightarrow 2HCl + CaSO_4 \downarrow$$
راسب أبيض

٢) **الكشف الجاف :** كاتيونات الكالسيوم المتطايرة **بالتسخين** تكسب لهب بنزن لون **أحمر طوبى** .



يجيء القرآن يوم القيامة كالرجل الشاحب يقول لصاحبه : هل تعرفني ؟ أنا الذي كنت أسهر ليلك ، واظميء هواجرك وإن كل تاجر من وراء تجارته ، وأنا لك اليوم من وراء كل تاجر ، فيعطى الملك بيمينه ، والخلد بشماله ، ويوضع على رأسه تاج الوقار ، ويكسى والداه حلتين لا تقوم لهم الدنيا وما فيها ، فيقولان : يا رب ! أنى لنا هذا ؟ فيقال : بتعليم ولدكما القرآن . وإن صاحب القرآن يقال له يوم القيامة : اقرا وارتق في الدرجات ، ورتل كما كنت ترتل في الدنيا ، فإن منزلتك عند آخر آية معك

يمكن إيجاز ما سبق من تجارب فى المخطط التالى :

كاتيون النحاس Cu^{+2} ← كاشف المجموعة $HCl + H_2S$ ← راسب أسود من كبريتيد النحاس CuS

كاتيون الألومنيوم Al^{+3} ← كاشف المجموعة NH_4OH ← راسب أبيض جيلاتينى من هيدروكسيد الألومنيوم $Al(OH)_3$ يذوب فى الأحماض المخففة و محلول الصودا الكاوية ← تجربة تأكيدية يتم إضافة محلول هيدروكسيد الصوديوم NaOH ← راسب أبيض جيلاتينى من هيدروكسيد الألومنيوم يذوب فى وفرة من الصودا الكاوية لتكون ميتاألومنيات صوديوم

كاتيون الحديد II Fe^{+2} ← كاشف المجموعة NH_4OH ← راسب أبيض من هيدروكسيد الحديد II $Fe(OH)_2$ يتغير إلى أبيض مخضر فى الهواء يذوب فى الأحماض ← تجربة تأكيدية يتم إضافة محلول هيدروكسيد الصوديوم NaOH ← راسب أبيض مخضر من هيدروكسيد حديد II $Fe(OH)_2$

كاتيون الحديد III Fe^{+3} ← كاشف المجموعة NH_4OH ← راسب جيلاتينى بنى محمر من هيدروكسيد الحديد III $Fe(OH)_3$ يذوب فى الأحماض ← تجربة تأكيدية يتم إضافة محلول هيدروكسيد الصوديوم NaOH ← راسب بنى محمر من هيدروكسيد الحديد III $Fe(OH)_3$

كاتيون الكالسيوم Ca^{+2} ← كاشف المجموعة $(NH_4)_2CO_3$ ← راسب أبيض من كربونات الكالسيوم $CaCO_3$ يذوب فى حمض HCl المخفف و الماء المحتوى على CO_2

- تجربة تأكيدية يتم إضافة حمض كبريتيك مخفف ← راسب أبيض من كربونات الكالسيوم $CaCO_3$
- تجربة تأكيدية الكشف الجاف ← يتلون لهب بنزن غير المضئ بلون أحمر طوبى

اللهم إنى أعوذ بك من القسوة و الغفلة و الذلة و المسكنة ، و أعوذ بك من الكفر و الفسوق و الشقاق و السمعة و الرياء ، و أعوذ بك من الصمم و البكم و الجذام و الجنون و سيئ الأسقام .

ثانياً : **التحليـــل الكيميائى الكمى** Quantitative Chemical analysis

طــــرق التحليـــل الكمى

(١) التحليل الحجمى .　　　　**(٢) التحليل الكتلى** .

أولاً : **التحليـل الكمى الحجمـى** : Quantitative volumetric analysis

إحدى طرق التحليل الكمى تعتمد على قياس حجوم المواد المراد تقديرها .

- فى هذا النوع من التحليل يضاف حجم معلوم من المادة المراد تحديد تركيزها إلى محلول مادة معلومة التركيز " محلول قياسى " حتى يتم التفاعل الكامل بين المادتين و يسمى ذلك " عملية المعايرة " .

☒ **المعايرة** :

عملية تعيين تركيز مادة بمعلومية حجمها اللازم للتفاعل الكامل مع مادة أخرى معلومة الحجم و التركيز .

فى حالة تفاعلات التعادل : يمكن تعريف المعايرة على أنها

عملية تعيين تركيز حمض بمعلومية حجمه اللازم للتعادل مع قاعدة معلومة الحجم و التركيز .

☒ **المحلول القياسى** :

محلول معلوم التركيز يستخدم فى عملية المعايرة .

☚ **لإختيار المحلول القياسى يجب معرفة التفاعل المناسب بين محلولى المادتين و هذه التفاعلات قد تكون :**

١- **تفاعلات التعادل** :

تستخدم فى تقدير الأحماض و القواعد .

٢- **تفاعلات أكسدة و إختزال** :

تستخدم فى تقدير المواد المؤكسدة و المختزلة .

٣- **تفاعلات الترسيب** :

تستخدم فى تقدير المواد التى يمكن أن تعطى نواتج شحيحة الذوبان فى الماء .

- يتم التعرف على نقطة **نهاية التفاعل** End Point بإستخدام **أدلة** يتغير لونها بتغير وسط التفاعل .

☒ **الأدلة** :

مواد كيميائية يتغير لونها بتغير وسط التفاعل تستخدم للتعرف على نقطة نهاية التفاعل .

☒ **نقطة نهاية التفاعل (نقطة التعادل)**:

النقطة التى يتم عندها تمام تفاعل التعادل بين الحمض و القاعدة .

اللّهم من اعتز بك فلن يُذل ، و من اهتدى بك فلن يُضل ، و من استكثر بك فلن يُقل ، و من استقوى بك فلن يُضعف ، و من استغنى بك فلن يُفتقر ، و من استنصر بك فلن يُغلب ، و من توكل عليك فلن يُخيب ، و من جعلك ملاذاً فلن يُضيع ، و من اعتصم بك فقد هُدى إلى صراط مستقيم ، اللّهم فكن لنا ولياً و نصيرا ، و كن لنا مُعيناً و مجيرا ، إنك كنت بنا بصيرا ....

تدريب عملى :

تقدير تركيز محلول هيدروكسيد الصوديوم NaOH مجهول التركيز بالمعايرة مع محلول قياسى معلوم التركيز 0,1 مولارى من حمض الهيدروكلوريك HCl .

الخطوات :

١- يتم نقل حجم معلوم 25ml من محلول القلوى NaOH إلى دورق مخروطى بإستخدام ماصة .

٢- يتم إضافة قطرتين من محلول دليل مناسب (محلول عباد شمس أو أزرق برومثيمول) .

٣- تملئ السحاحة بالمحلول القياسى من حمض الهيدروكلوريك .

٤- يضاف محلول الحمض بالتدريج إلى محلول القلوى حتى يتغير لون الدليل مشيراً إلى نهاية التفاعل (نقطة **التعادل**) الذى يمكن تمثيله على النحو التالى :

$$HCl + NaOH \longrightarrow NaCl + H_2O$$

فإذا كان حجم الحمض المضاف من السحاحة حتى نقطة تمام التفاعل هو 21ml فيمكن حساب تركيز محلول NaOH المجهول من العلاقة :

$$\frac{M_1V_1}{M_a} = \frac{M_2V_2}{M_b}$$

(لابد أن تكون المعادلة الكيميائية فى التفاعل موزونة)

M_1	**تركيز الحمض (مول / لتر)**	M_2	**تركيز القاعدة (مول / لتر)**
V_1	**حجم الحمض (ملليلتر)**	V_2	**حجم القاعدة (ملليلتر)**
M_a	**عدد مولات الحمض فى معادلة التفاعل**	M_b	**عدد مولات القاعدة فى معادلة التفاعل**

الأدلة المستخدمة فى تفاعلات التعادل

الدليل	اللون فى الوسط الحامضى	اللون فى الوسط القاعدى	اللون فى الوسط المتعادل	يستخدم للتمييز بين
الميثيل البرتقالى	أحمر	أصفر	**برتقالى**	حمض قوى ، قاعدة ضعيفة
الفينولفيثالين	عديم اللون	أحمر	**عديم اللون**	قاعدة قوية ، حمض ضعيف
عباد الشمس	أحمر	أزرق	**أرجوانى**	حمض قوى ، قاعدة قوية
أزرق بروموثيمول	أصفر	أزرق	**أخضر فاتح**	حمض قوى ، قاعدة قوية

الصيغ الكيميائية للأحماض و القواعد المستخدمة فى تفاعلات التعادل

هيدروكسيد البوتاسيوم	KOH	**حمض هيدروكلوريك**	HCl
هيدروكسيد الصوديوم	NaOH	**حمض نيتريك**	HNO_3
هيدروكسيد الكالسيوم	$Ca(OH)_2$	**حمض كبريتيك**	H_2SO_4

من قال سبحان الله و بحمده تكتب له ألف حسنة أو تحط عنه ألف سيئة

ثانياً : التحليـــل الكمــي الكتلي : Quantitative analysis

إحدى طرق التحليل الكمى يعتمد على فصل المكون المراد تقديره . ثم تعيين كتلته و بإستخدام الحساب الكيميائى يمكن تقدير كميته .

يتم فصل هذا المكون بإحدى طريقتين: (١) طريقة التطاير . (٢) طريقة الترسيب.

أولاً : طريقـــة التطايـــر

تعتمد على أساس تطاير العنصر أو المركب المراد تقديره و تجرى عملية التقدير بطريقتين هما :

١- جمع المادة المتطايرة و تعيين كتلتها .

٢- تعيين مقدار النقص فى كتلة المادة الأصلية (الكتلة قبل التسخين – الكتلة بعد التسخين) .

ثانيـــاً : طريقـــة الترسيـــب

تعتمد هذه الطريقة على ترسيب العنصر أو المكون المراد تقديره على هيئة مركب نقى شحيح الذوبان ذو تركيب كيميائى معروف و ثابت **ثم** يفصل هذا المركب عن المحلول بالترشيح على **ورقة ترشيح عديمة الرماد ثم** تحرق ورقة الترشيح وعليها الراسب فى بوتقة إحتراق حتى تتطاير مكونات ورقة الترشيح و يبقى الراسب و من كتلة الراسب يمكن تحديد كتلة العنصر أو المركب .

☒ **ورق الترشيح عديم الرماد** :

نوع من ورق الترشيح يحترق احتراقاً كاملاً و لا يترك رماد .

المنار فى الكيمياء

تقويم الباب الثانى : التحليل الكيميائى

أولاً : أكتب المصطلح العلمى :

١) كتلة المادة التى تحتوى على ٦,٠٢ × ١٠ ^٢٣^ جزئ منها .
٢) عدد مولات المذاب الموجودة فى لتر من المحلول .
٣) مجموع الكتل الذرية للعناصر الداخلة فى تركيب الجزئ أو وحدة الصيغة مقدرة بالجرامات .
٤) عدد الجزيئات أو الذرات أو الأيونات الموجودة فى واحد مول من أى مادة و يساوى ٦,٠٢ × ١٠ ^٢٣^ .
٥) تحليل الكيميائى يتم فيه التعرف على مكونات المادة .
٦) تحليل الكيميائى يستخدم فى تقدير تركيز أو كمية كل مكون من مكونات المادة .
٧) طريقة تعتمد على فصل المكون المراد تقديره ثم تعيين كتلته بالتطاير أو بالترسيب .
٨) تعيين تركيز محلول مادة مجهولة التركيز بمعلومية حجم و تركيز محلول مادة أخرى .
٩) محلول معلوم التركيز يستخدم فى قياس تركيز محلول مجهول التركيز .
١٠) إضافة حجوم معلومة من مادة معلومة التركيز إلى محلول مادة أخرى مجهولة التركيز .
١١) النقطة التى ينتهى عندها تفاعل الحمض مع القاعدة .
١٢) نوع من التفاعل يستخدم فى تقدير تركيز المواد المؤكسدة و المختزلة .
١٣) نوع من التفاعل يستخدم فى تقدير تركيز الأحماض و القواعد .
١٤) نوع من التفاعل يستخدم فى تقدير تركيز المواد التى تترسب أثناء التفاعل .
١٥) دليل كيميائى لونه أحمر فى الوسط الحمضى و برتقالى فى الوسط المتعادل .



١٦) دليل كيميائى عديم اللون فى الوسط الحمض و الوسط المتعادل .


١٧) دليل كيميائى أحمر اللون فى الوسط الحمضى و أرجوانى فى الوسط المتعادل .
١٨) مواد كيميائية تتغير لونها بتغير نوع الوسط الموجودة فيه .

ثانياً : أذكر العلاقة الرياضية التى تربط كل من

١- عدد مولات الغاز و حجمه باللتر عند معدل الضغط و درجة الحرارة القياسى .
٢- الكتلة الجزيئية الجرامية لغاز و كثافته (جرام / لتر) عند م . د . ض .
٣- تركيز المحلول (مول / لتر) و كلاً من عدد المولات المذاب و حجم المحلول باللتر .
٤- حجوم وتركيزات كل من الحمض وقلوى عند تمام تعادلهما فى عملية المعايرة .

ثالثاً : علل لما يأتى

١- يصعب التعرف على الوسط الحمضى بدليل الفينولفثالين .
٢- لا يستخدم محلول قاعدى في التمييز بين دليل عباد الشمس و دليل الأزرق بروموثيمول .
٣- لا يستخدم محلول حمضى للتمييز بين عباد الشمس و ميثيل برتقالى .
٤- يستخدم ورقة ترشيح عديمة الرماد فى عمليات التحليل الكيميائى .

رابعاً : أذكر أهمية الكيمياء التحليلية فى المجالات الآتية :

سبحان الله و بحمده سبحان الله العظيم

☒ الزراعة .
☒ خدمة البيئية .
☒ الطب .
☒ الصناعة .

سادساً : أشرح كيف يمكن استخدام محلول قياسى من حمض الهيدروكلوريك فى تقدير تركيز محلول هيدروكسيد الصوديوم .

سابعاً : أذكر ما تعرفه عن

١) أنواع التفاعلات المستخدمة فى التحليل الحجمى.
٢) أنواع الأدلة المستخدمة فى التحليل الكيميائى .
٣) الطرق التى يعتمد عليها فصل المواد .

ثامناً : قارن بين

١- التحليل الكيفى و التحليل الكمى .
٢- النسبة المئوية الوزنية والمولارية .
٣- طريقة الترسيب وطريقة التطاير .

تاسعاً : أذكر أهمية كل من



١) المعايرة .
٢) ورق ترشيح عديم الرماد .
٣) الأدلة .
٤) المحلول القياسى .

عاشراً : كيف تميز عملياً بين كل من

١- دليل عباد الشمس و دليل فينول فيثالين .
٢- محلول حمضى قوى و محلول قاعدة ضعيفة .

حادي عشر : وضح بالمعادلات الرمزية المتزنة كيف تميز عملياً بين كل زوج من الأملاح الآتية :

١) كبريتيت الصوديوم – كبريتات الصوديوم .
٢) كلوريد حديد II – كلوريد حديد III .
٣) نيتريت صوديوم – نيترات صوديوم .
٤) كلوريد صوديوم – كلوريد ألومنيوم .



ثانى عشر :أذكر أسم و صيغة الشق الحامضى أو القاعدى الذى يعطى النتائج التالية عند الكشف عنه :

١) محلول الملح + محلول هيدروكسيد الصوديوم : تكون راسب أبيض مخضر .
٢) محلول الملح + محلول كبريتات ماغنسيوم : تكون راسب أبيض بعد التسخين .
٣) محلول الملح + محلول نيترات الفضة : تكون راسب أصفر لا يذوب فى محلول النشادر .

ثالث عشر : أذكر إستخداماً واحداً لكل من الكواشف التالية مع التوضيح بالمعادلات الرمزية :

١) هيدروكسيد الأمونيوم .
٢) كلوريد الباريوم .
٣) نيترات الفضة .
٤) برمنجانات البوتاسيوم .



رابع عشر : تخير الإجابة الصحيحة ـ فى الحالات التالية :

١) محلول الملح + محلول كلوريد الباريوم يتكون راسب أبيض لا يذوب فى الأحماض :
(نيترات – فوسفات – كبريتات – نيتريت)

٢) محلول الملح + محلول أسيتات الرصاص II يتكون راسب أسود :
(كبريتات – فوسفات – نيترات – كبريتيد)

٣) محلول الملح + محلول هيدروكسيد الصوديوم يتكون راسب بنى محمر :
(نحاس II – حديد III – ألومنيوم – حديد II)

٤) الملح الصلب + حمض هيروكلوريك مخفف يتصاعد غاز نفاذ الرائحة و يتكون راسب أصفر :
(كبريتيد – كربونات – ثيوكبريتات – كبريتيت)

خامس عشر : علل ما يأتى موضحاً إجابتك بالمعادلات الرمزية كلما أمكن ذلك :

١) يظهر راسب أبيض جيلاتينى ثم يختفى عند إضافة محلول هيدروكسيد الصوديوم بالتدريج إلى محلول كلوريد الألومنيوم .
٢) لا يصلح حمض الهيدروكلوريك المخفف للتمييز بين ملح كربونات و ملح بيكربونات الصوديوم .
٣) يزول اللون البنفسجى لمحلول برمنجانات البوتاسيوم المحمضة بحمض الكبريتيك عند إضافة محلول نيتريت البوتاسيوم .
٤) تسود ورقة ترشيح مبللة بمحلول أسيتات الرصاص II عند تعريضها لغاز كبريتيد الهيدروجين .
٥) تصاعد أبخرة بنفسجية عند تفاعل حمض الكبريتيك المركز مع يوديد البوتاسيوم و التسخين .

سادس عشر : أذكر أسم الشق القاعدى مع كتابة معادلات التفاعل لثلاثة أملاح كلوريدات عند إضافة محلول هيدروكسيد الصوديوم إلى محلول كل منها على حدة يتكون مع :

١) الملح **الأول** : راسب أبيض جيلاتنى .
٢) الملح **الثانى** : راسب بنى محمر .
٣) الملح الثالث : راسب أبيض مخضر .






سابع عشر : تخير من القسم (A) الإختيار المناسب عند إضافة محلول نيترات الفضة إلى محاليل بعض الأنيونات لكل شق من القسم (B) يتكون راسب :

A	B
١) أسود لا يذوب فى حمض النيتريك .	- الفوسفات .
٢) أبيض لا يذوب فى حمض النيتريك المخفف .	- البروميد .
٣) أبيض مصفر لا يذوب فى حمض النيتريك المخفف .	- الكلوريد .
٤) أصفر يذوب فى حمض النيتريك المخفف .	- الكبريتيد .
٥) أصفر لا يذوب فى حمض النيتريك المخفف .	

ثامن عشر : أذكر الشق الحمضى مع كتابة معادلات التفاعل لثلاث أملاح صلبة لفلز الصوديوم أضيف إلى كل منها على حدة حمض الهيدروكلوريك المخفف فأمكن ملاحظة ما يلى :

١) الملح **الأول** : تصاعد غاز نفاذ الرائحة يسبب **إخضرار** ورقة ترشيح مبللة بمحلول ثانى كرومات البوتاسيوم المحمضة بحمض الكبريتيك المركز .

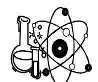
٢) الملح **الثانى** : تصاعد غاز عديم اللون يتحول قرب فوهة الأنبوبة إلى غاز بنى محمر .

٣) الملح **الثالث** : تصاعد غاز عديم اللون نفاذ الرائحة و تعلق مادة **صفراء** فى المحلول .

Al	Mg	Na	Si	O	N	C	Pb	Ca
27	24	23	28	16	14	12	207	40
K	**Cl**	**S**	**Fe**	**Ba**	**P**	**Ag**	**Zn**	**Cu**
39	35,5	32	55,8	137	31	108	65,4	63,5
Al	**Mg**	**Na**	**Si**	**O**	**N**	**C**	**Pb**	**Ca**
27	24	23	28	16	14	12	207	40
K	**Cl**	**S**	**Fe**	**Ba**	**P**	**Ag**	**Zn**	**Cu**
39	35,5	32	55,8	137	31	108	65,4	63,5

اللّهم فاطر السماوات و الأرض ، علاّم الغيب و الشهادة ، ذا الجلال و الإكرام ، إنى اعهد إليك فى هذه الحياة الدنيا ، و أشهدك و كفى بك شهيداً أنى أشهد أن لاإله إلا أنت وحدك لا شريك لك ، و أن محمداً عبدك و رسولك ، و أشهد أن وعدك حق ، و لقاءك حق ، و الجنة حق ، و أن الساعة لاريب فيها ، و أنك تبعث من فى القبور ، و أنك إن تكلنى إلى نفسى تكلنى إلى ضعف و عورة و ذنب و خطيئة ، و إنى لا أثق إلا برحمتك فأغفر لى ذنوبى كلها و تب علىّ إنك أنت التواب الرحيم .





أولاً : مسائل المعايرة

١) أجريت معايرة 20 ملل من محلول هيدروكسيد كالسيوم بإستخدام حمض هيدروكلوريك 0,05 مولارى وعند تمام التفاعل استهلك 25 من الحمض احسب تركيز هيدروكسيد الكالسيوم .

.... **0,0312 مولر**

٢) أوجد كتلة هيدروكسيد الصوديوم المذابة فى 25 ملل و التى تستهلك عند معايرة 15 ملل من حمض هيدروكلوريك 0,1 مولارى .

.... **0,06 جم**

٣) مخلوط من مادة صلبة يحتوى على هيدروكسيد الصوديوم و كلوريد الصوديوم لزم لمعايرة 0,1 جم منه حتى تمام التفاعل 10 ملل من حمض هيدروكلوريك 0,1 مولارى احسب نسبة هيدروكسيد الصوديوم فى المخلوط .

.... **40 %**

٤) أوجد حجم حمض هيدروكلوريك 0,1 مولر اللازم لمعايرة 20 ملل من محلول كربونات الصوديوم 0,2 مولارى .

.... **80 مل**

٥) مخلوط صلب من $NaCl$, Na_2CO_3 لزم لمعايرة 0,5 جم منه حتى تمام تفاعل 40 ملل من 0,2 مولارى من حمض الهيدروكلوريك احسب نسبة كربونات الصوديوم فى المخلوط .

.... **84,8 %**

٦) أحسب حجم حمض كبريتيك ٠,١ مولار اللازم لمعايرة ٤٠٠ مل من هيدروكسيد البوتاسيوم ٠,١ مولر .

.... **200 مل**

٧) إحسب تركيز محلول هيدروكسيد الصوديوم يلزم ٢٥ مل منها لمعايرة ٢٠ مل من حمض كبريتيك ٠,١ مولر .

.... **0,16 مولارى**

٨) إحسب حجم حمض هيدروكلوريك ٠,١ مولارى يلزم لمعايرة ١٠ مل من محلول كربونات الصوديوم ٠,٥ مولر .

.... **100 مل**

٩) إحسب كتلة هيدروكسيد الكالسيوم التى تتعادل مع ٢٠٠ مل من حمض هيدروكلوريك ٠,٥ مولر .

.... **3700 جم**

١٠) إحسب كتلة حمض الكبريتيك التى تتعادل مع ٥٠ مل من محلول هيدروكسيد الصوديوم ٠,١ مولر .

.... **245 جم**

١١) مخلوط من مادة صلبة يحتوى على هيدروكسيد الصوديوم و كلوريد الصوديوم لزم لمعايرة ٠,٥ جم منه حتى تمام التفاعل١٠ مل من حمض هيدروكلوريك ٠,٢ مولر إحسب نسبة هيدروكسيد الصوديوم فى العينة .

.... **4 %**

١٢) مخلوط من مادة صلبة يحتوى على هيدروكسيد كالسيوم و كلوريد كالسيوم لزم لمعايرة ١ جم منه ١٠٠ مل من حمض هيدروكلوريك ٠,٢ مولر إحسب النسبة المئوية لهيدروكسيد الكالسيوم فى المخلوط .

.... **1 %**

١٣) أذيب ٥,٣ جم من كربونات صوديوم فى الماء المقطر حتى أصبح حجم المحلول ٠,٨ لتر ثم أخذ ٥٠ ملل من هذا المحلول فتعادل مع ١٠ ملل من حمض هيدروكلوريك إحسب تركيز الحمض بالمول / لتر . **0,625 مولر**

١٤) محلول حجمه ٠,٥لتر من كربونات صوديوم أخذ منه ١٠ مل فتعادل مع ٣٠ مل من حمض كبريتيك ٠,١ مولر إحسب كتلة كربونات الصوديوم الذائبة فى المحلول .

.... **15,9 جم**

١٥) أجريت معايرة لمحلول هيدروكسيد الصوديوم ٢٥ ملليلتر مع حمض الكبريتيك ٠,١ مولارى فكان حجم الحمض المستهلك عنـــد نقطة التكافؤ هو ٨ ملليلتر احسب تركيز محلول هيدروكسيد الصوديوم .

.... **٠,٠٦٤ مولر**

١٦) احسب حجم حمض الهيدروكلوريك ٠,١ مولارى اللازم لمعايرة ٢٠ ملليلتر من محلول كربونات الصوديوم ٠,٥ مولارى حتى تمام التفاعل .

.... **٢٠٠ ملليلتر**

١٧) أوجد كتلة هيدروكسيد الصوديوم المذابة فى ٢٥ ملليلتر والتى تستهلك عند معايرة ١٥ ملليلتر من حمض الهيدروكلوريك ٠,١ مولارى .

.... **٠,٠٦ جم**

ثانياً : مسائل التطاير

١) عينة من كلوريد الباريوم المتهدرت $BaCl_2.XH_2O$ كتلتها 2,6903 جم سخنت تسخيناً شديداً إلى أن ثبتت كتلتها فوجدت 2,2923 جم احسب النسبة المئوية لماء التبلر فى العينة ثم أوجد عدد جزيئات ماء التبلر و صيغته الجزيئية .

.... **$BaCl_2.2H_2O$ - 2 مول - % 14,79**

٢) إذا كانت كتلة زجاجة فارغة 24,3238 جم و كتلتها و بها عينة من كلوريد الباريوم المتهدرت 27,041 جم و كتلتها بعد التسخين و ثبوت الكتلة 26,6161 جم .

احسب ما يلى :

- نسبة ماء التبلر فى كلوريد الباريوم المتهدرت . **١٥،٦٤ %**
- عدد جزيئات ماء التبلر . **٢،١٤ مول**
- الصيغة الكيميائية لكلوريد الباريوم المتهدرت . **$BaCl_2.2H_2O$**

٣) عينة من كبريتات الزنك المتهدرته $ZnSO_4.XH_2O$ كتلتها 1,013 جم تم إذابتها فى الماء و عند إضافة محلول $BaCl_2$ إليها كانت كتلة كبريتات الباريوم المترسب 0,8223 جم فما هى صيغة كبريتات الزنك المتهدرتة .

.... **$ZnSO_4.7H_2O$**

٤) عند تسخين 2,86 جم من كربونات الصوديوم المتهدرتة $Na_2CO_3.XH_2O$ تكون 1,06 جم من الملح غير المتهدرت أحسب النسبة المئوية لماء التبلر فى العينة ـ عدد جزيئات ماء التبلر .

.... **$Na_2CO_3.10H_2O$ - % 62,93**

٥) أخذت عينة من كلوريد الكالسيوم المتهدرت $CaCl_2.XH_2O$ كتلتها ٢٩,٤ جم من إحدى المجففات المعملية وسخنت عدة مرات حتى ثبات كتلتها وأصبحت ٢٢,٢ جم إحسب عدد مولات ماء التبلر فى العينة واكتب صيغته الجزيئية .

.... **$BaCl_2.2H_2O$ - 2 مول**

٦) عينة من كبريتات النحاس الزرقاء كتلتها ٢,٤٩٥ جرام سُخنت حتى تحولت الى كبريتات نحاس بيضاء وثبتت كتلتها عند ١,٥٩٥ جرام . اكتب الصيغة الجزيئية لكبريتات النحاس الزرقاء . **$ZnSO_4.7H_2O$**

٧) عند تسخين ١٤,٣ جرام من كربونات صوديوم متهدرته تكون ٥,٣ جرام من الملح اللامائى (كربونات صوديوم غير متهدرتة) أوجد الصيغة الجزيئية للملح المتهدرت .

.... $ZnSO_4.7H_2O$

٨) سخنت عينة من بللورات الزاج الأخضر $FeSO_4.X\ H_2O$ فكانت النتائج كالآتى :
- كتلة الجفنة فارغة = 12,78 جم و كتلة الجفنة وبها عينة البللورات = 14,169 جم و كتلة الجفنة بعد التسخين و ثبات الوزن = 13,539 جم ما صيغة بللورات الزاج الأخضر - إحسب النسبة المئوية للماء فى بللورات الزاج الأخضر . (Fe = 55,8 , S = 32 , O = 16)

.... $Na_2CO_3.10H_2O$ - % 62,93

ثالثاً : مسائل الترسيب

١) أضيف محلول كبريتات الصوديوم إلى محلول كلوريد الباريوم فتم فصل راسب ٢جم من كبريتات الباريوم إحسب كتلة كلوريد الباريوم المستخدمة .

.... 1,785 جم

٢) أضيف محلول كلوريد صوديوم إلى محلول نترات رصاص $Pb(NO_3)_2$ و تم فصل كلوريد الرصاص بالترشيح و التجفيف فوجد أن كتلته ٢,٧٨ جم إحسب كتلة نترات الرصاص فى المحلول .

.... أجب بنفسك

٣) أذيب ٤ جم من كلوريد صوديوم غير نقى فى الماء و أضيف إليه وفرة من محلول نترات فضة فترسب ٧,١٧٥ جم من كلوريد الفضة إحسب النسبة المئوية لكلوريد الصوديوم فى العينة .

.... أجب بنفسك

٤) أذيب ٢ جم من كلوريد الصوديوم غير النقى فى الماء وأضيف إليه نترات الفضة فترسب ٤,٦٢٨ جم من كلوريد الفضة احسب نسبة الكلور فى العينة .

.... % ٥٧,٢

Best wishes and sincere supplication superiority

Mahmoud Ragab Ramadan

0122 – 5448031

الحمد لله اللّهم ربنا لك الحمد بما خلقتنا و رزقتنا و هديتنا و علمتنا و أنقذتنا و فرجت عنا ، لك الحمد بالايمان و لك الحمد بالإسلام و لك الحمد بالقرآن ولك الحمد بالأهل و المال و المعافاة ، كبت عدونا و بسطت رزقنا و أظهرت أمننا وجمعت فرقتنا و أحسنت معافاتنا و من كل ما سألناك أعطيتنا ، فلك الحمد على ذلك حمداً كثيراً و لك الحمد بكل نعمة أنعمت بها علينا فى قديم و حديث أو سراً و علانية أو حىّ و ميت أو شاهد و غائب حتى ترضى ، و لك الحمد إذا رضيت ، و لك الحمد بعد الرضا ، و صلى اللّهم على محمد وعلى آله وسلم

رابعاً : مسائل دليل تقويم الطالب

١) أحسب عدد مولات كلوريد الفضة $AgCl$ المترسبة من تفاعل ٥,٨٥ جم من كلوريد الصوديوم $NaCl$ مع ١٧ جم من نترات الفضة $AgNO_3$.
٠,١ مول

٢) أحسب حجم محلول حمض الكبريتيك ٠,٤ مولار اللازم لمعادلة ٢٠ ملليلتر من محلول هيدروكسيد الصوديوم ٠,٢ مولار حتى نقطة التكافؤ .
٥ ملليلتر

٣) ✍ يستخدم كلوريد الكالسيوم اللامائي $CaCl_2$ كمادة نازعة للماء في المجففات المعملية أخذت عينة من كلوريد الكالسيوم المتهدرت $CaCl_2.XH_2O$ كتلتها ١,٤٧ جم و أصبحت ١,١١ جم أحسب عدد جزيئات ماء التبلر فى العينة المتهدرتة و أستنبط صيغته الجزيئية .
٢ جزئ - $CaCl_2.2H_2O$

٤) أحسب حجم ٤ مولر من حمض HCl اللازم لمعادلة ٦٠ ملليلتر من محلول ٣,٢ مولار من $NaOH$.
٤٨ ملليلتر

٦) احسب النسبة المئوية لكتلة الكربون فى غاز CO_2 .
٢٧,٢٧%

٧) احسب النسبة المئوية لكتلة الأكسجين فى الكحول الميثيلى CH_3OH .
٥٠%

خامساً : مسائل إمتحانات الثانوية العامة للأعوام السابقة

١) ✍ أذيب ٤ جم من كلوريد الصوديوم غير النقى فى الماء و أضيف إليه وفرة من محلول نترات الفضة فترسب ٩,٢٥٦ جم من كلوريد الفضة احسب النسبة المئوية لكلوريد الصوديوم فى العينة
٩٤,٣٣%

٢) ✍ مخلوط من مادة صلبة يحتوى على هيدروكسيد صوديوم و كلوريد صوديوم لزم لمعايرة ٠,٢ جم منه حتى تمام التفاعل ١٠ ملليلتر من ٠,١ مولارى من حمض الهيدروكلوريك احسب نسبة هيدروكسيد الصوديوم فى المخلوط .
٢٠%

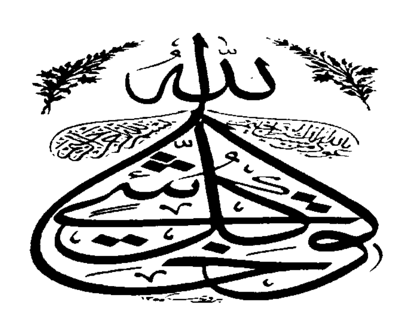
٣) أحسب عدد جزيئات ماء التبلر و اكتب الصيغة الجزيئية لبلورات كلوريد الحديد (III) من نتائج التجربة الآتية :
كتلة زجاجة الوزن فارغة = ٩,٣٧٥ جم كتلة الزجاجة و بها كلوريد الحديد (III) المتهدرت = ١٠,٧٢٧٥ جم و كتلة الزجاجة بعد التسخين = ١٠,١٨٧٥ جم .
٦ جزئ – $FeCl_3.6H_2O$

٤) سخن ٥,٢٦٣ جم من عينة غير نقية من كربونات الكالسيوم فتبقى بعد التسخين ٣,٠٦٣ جم احسب النسبة المئوية للشوائب فى العينة .
٤,٩٩٧%

٥) أضيف مقدار وافر من حمض الهيدروكلوريك المخفف إلى ٥ جم من مخلوط من كربونات كالسيوم نقية وملح الطعام فنتج ٠,٢٢٤ لتر من غاز ثانى أكسيد الكربون فى م.ض.د احسب النسبة المئوية لملح الطعام فى المخلوط .
٨٠%

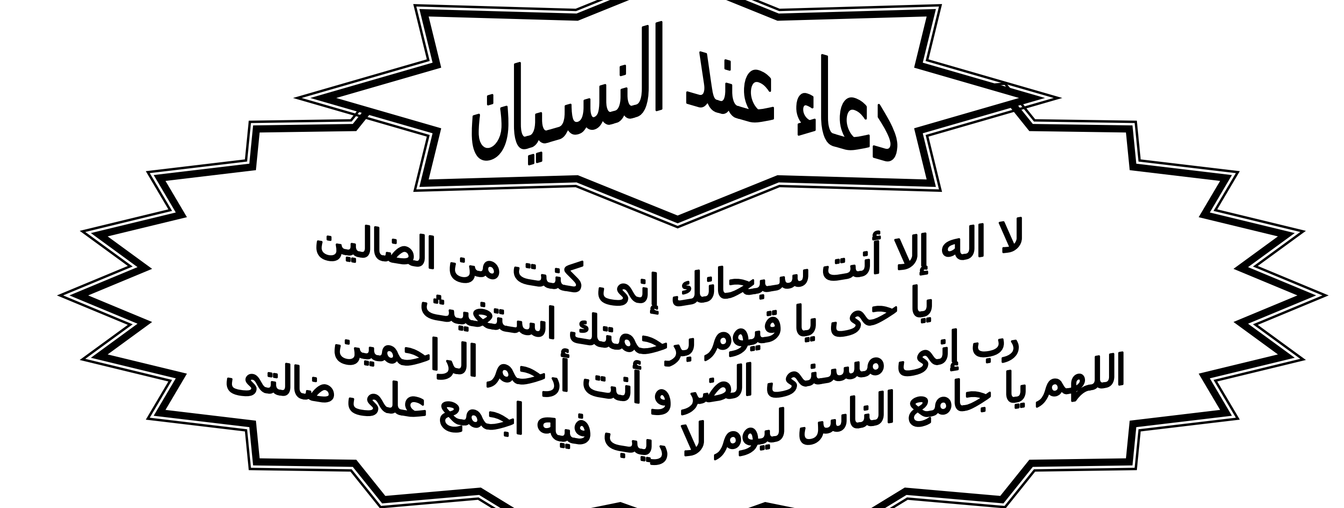






Mr. Mahmoud Ragab 0122-5448031





مذكرة المنار



Mr. Mahmoud Ragab

معلم أول العلوم

مدرسة آل السعيد الثانوية

شبرا صورة

المشرف العام على مادة الكيمياء بموقع الثانوية العامة الجديدة

اسم الطالب

....

مقدمة

مرحباً بك عزيزى طالب الصف الثالث الثانوى و تهنئة من القلب على إجتيازك الصف الثانى الثانوى بنجاح و نتمنى لك كل التوفيق فى هذا العام الجديد .

مذكرة المنار مع أطيب أمنياتى بالنجاح و التوفيق .

أهم أسباب التفوق فى الشهادة الثانوية (إن شاء الله)

❶ التقوى : يجب على الطالب أن يتق الله عز و جل فى أفعاله و أقواله حتى يحصل على العلم عملا بقوله تعالى " و اتقوا الله و يعلمكم الله " لذلك يجب عليه تبعاً لذلك ترك المعاصى و التوبة إلى الله توبة نصوحا.

❷ المحافظة على الصلاة في أوقاتها خاصة صلاة الفجر .

❸ اللجوء لله بكثرة الدعاء له و التوكل عليه فى التوفيق فى المذاكرة وتحصيل العلم.

❹ تنظيم الوقت جيداً و عمل جدول أسبوعى للمذاكرة بحيث تكون هناك ساعات فى اليوم لمذاكرة الدروس الجديدة و عمل الواجبات و ساعات أخرى لمراجعة القديم ، كما يراعى فى التنظيم أن تراجع كل مادة على الأقل مرة واحدة فى الأسبوع.

❺ قبل المذاكرة اقرأ و لو صفحة واحدة من القرآن الكريم بتركيز شديد و تمعن و تدبر حتى يكون ذهنك صافياً و بعد ذلك يبدأ عقلك فى التركيز فى تحصيل العلم فقط دون تشويش من أى مؤثر خارجى .

❻ ابدأ المذاكرة بدعاء قبل المذاكرة و اختمها بدعاء بعد المذاكرة .

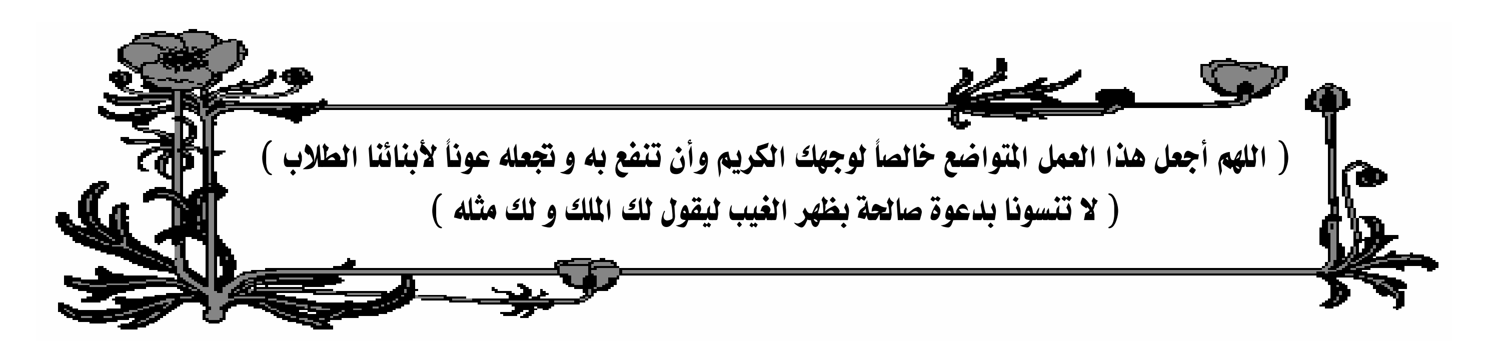
❼ أثناء المذاكرة حاول أن تستخدم عدة طرق لتثبيت المعلومات كالتالى : اقرأ الجزء الذى ستذاكره كاملاً أول مرة ثم قم بتقسيمه إلى عدة عناوين و أجزاء ثم ذاكر كل جزء على حدة بالصوت العالى مرة و بالقراءة مرة و بالكتابة مرة أخرى ثم ذاكر جميع الأجزاء معاً ثم قم بحل بعض الأسئلة على الدرس كاملاً .

🕮 دعاء قبل المذاكرة 🕮

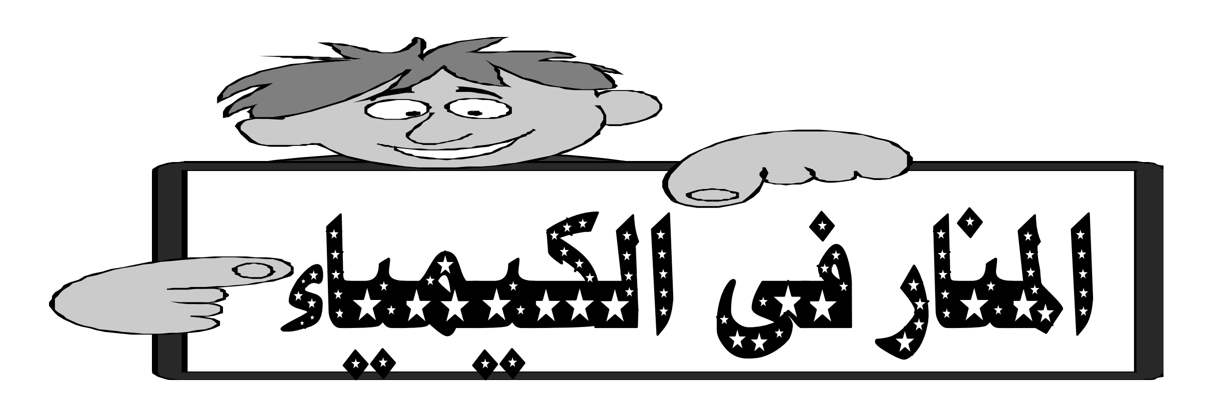
❁ " اللهم إنى أسألك فهم النبيين و حفظ المرسلين و إلهام الملائكة المقربين ، اللهم اجعل ألسنتنا عامرة بذكرك و قلوبنا بخشيتك و أسرارنا بطاعتك إنك على كل شئ قدير و حسبنا الله و نعم الوكيل " ❁

🕮 دعاء بعد المذاكرة 🕮

❁ " اللهم إني أستودعك ما قرأت وما حفظت فرده علي عند حاجتي إليه يا رب العالمين " ❁







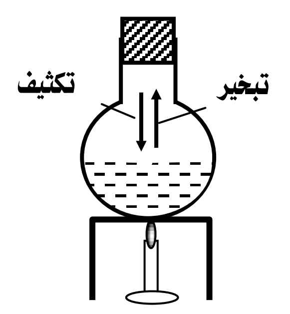
يا قارئ خطى لا تبكى على موتى ... فاليوم أنا معك و غداً أنا فى التراب فإن عشت فإنى معك ...... و إن مت فللذكرى

و يا ماراً على قبرى ... لا تعجب من أمرى .... بالأمس كنت معك ... و غداً أنت معى... أمـــــــــــوت

و يبقى كل ما كتبته ذكـــــــــــــــرى فياليت ... كل من قرأ كلماتى ... يدعو لـــــــى....

النظام المتزن: هو نظام ساكن على المستوى المرئى و نظام ديناميكى (متحرك) على المستوى غير المرئى .

☒ **تجربة لتوضيح مفهوم الإتزان :**



⇦ نضع كمية من الماء فى إناء مغلق على موقد فيحدث عمليتين متعاكستين " التبخير ، التكثيف " فى **بداية التسخين** تكون العملية السائدة فى هذا النظام هى عملية التبخير يصحبها عملية مضادة هى عملية التكثيف لكن **بدرجة أقل** (الهواء المحبوس داخل الإناء يحتوى نسبة من بخار الماء له ضغط يسمى الضغط البخارى) .

الضغط البخاري : **هو ضغط بخار الماء الموجود فى الهواء عند درجة حرارة معينة .**

⇦ بزيادة التسخين يزداد بخار الماء تدريجياً و يصحبه زيادة الضغط البخارى .

⇦ عندما يتشبع الهواء داخل الدورق بالبخار يسمى ضغط البخار عند ذلك بضغط بخار الماء **المشبع** و تتساوى سرعة التبخير و سرعة التكثيف و يقال أن النظام وصل إلى حالة الإتزان (**إتزان فيزيائى**) .

ضغط بخار الماء المشبع : **هو أقصى ضغط لبخار الماء يمكن أن يوجد فى الهواء عند درجة حرارة معينة .**

ماء (سائل) $\rightleftharpoons$ (تبخير / تكثيف) **ماء (بخار)**

تقسم التفاعلات الكيميائية إلى نوعين : تفاعلات تامة (غير إنعكاسية) - تفاعلات إنعكاسية .



أولاً : التفاعلات التامة (غير الإنعكاسية)

هى تفاعلات تسير فى إتجاه واحد فقط بحيث لا تستطيع المواد الناتجة أن تتحد مع بعضها لتكوين المواد المتفاعلة مرة أخرى لخروج أحد النواتج من حيز التفاعل على هيئة غاز أو راسب .

تعريف آخر: تفاعلات تسير فى اتجاه واحد لخروج أحد النواتج من حيز التفاعل على هيئة راسب أو غاز .

مثال ١ :

إضافة محلول كلوريد الصوديوم إلى محلول نترات الفضة حيث يتكون **راسب** أبيض من كلوريد الفضة :

$$NaCl + AgNO_3 \longrightarrow NaNO_3 + AgCl \downarrow$$

مثال ٢ :

وضع شريط من الماغنسيوم فى محلول حمض الهيدروكلوريك يتصاعد **غاز** الهيدروجين

$$Mg + 2HCl \longrightarrow MgCl_2 + H_2 \uparrow$$



ثانياً : التفاعلات الإنعكاسية (غير التامة)

هى تفاعلات تسير فى كلا الإتجاهين الطردى و العكسى حيث تستطيع النواتج أن تتحد مع بعضها لتكوين المتفاعلات مرة أخرى نظراً لوجود كلاً من المتفاعلات و النواتج معاً فى حيز التفاعل .

مثال :

إضافة حمض الخليك إلى الكحول الإيثيلى ليتكون إستر خلات الإيثيل و الماء :

$$CH_3COOH + C_2H_5OH \underset{\text{العكسى}}{\overset{\text{الطردى}}{\rightleftharpoons}} CH_3COOC_2H_5 + H_2O$$

حمض أسيتيك — **كحول إيثيلى** — **إستر خلات الإيثيل** — **ماء**

⇦ **علل : عند وضع ورقة عباد شمس زرقاء فى محلول تفاعل الأسترة نجد أنها تتحول إلى اللون الأحمر .**

↲ لوجود حمض الخليك نظراً لأن التفاعل السابق تفاعل إنعكاسى (المتفاعلات و النواتج موجودة بإستمرار فى حيز التفاعل) .



- عندما تتساوى سرعة التفاعل فى الإتجاه الطردى مع سرعة التفاعل فى الإتجاه العكسى (فى التفاعلات الإنعكاسية فقط) تنشأ حالة من الإتزان تسمى إتزان **كيميائى** .

- عند حدوث الإتزان لا يتوقف التفاعل و لكن يظل التفاعل مستمراً فى الإتجاهين الطردى و العكسى .

⇦ علل الإتزان الكيميائى عملية ديناميكية و ليست ساكنة .

لأنه بالرغم من تساوى معدل التفاعل الطردى مع العكسى و ثبات تركيزات المتفاعلات و النواتج إلا أن التفاعل يظل مستمراً فى كلاً الإتجاهين الطردى و العكسى .

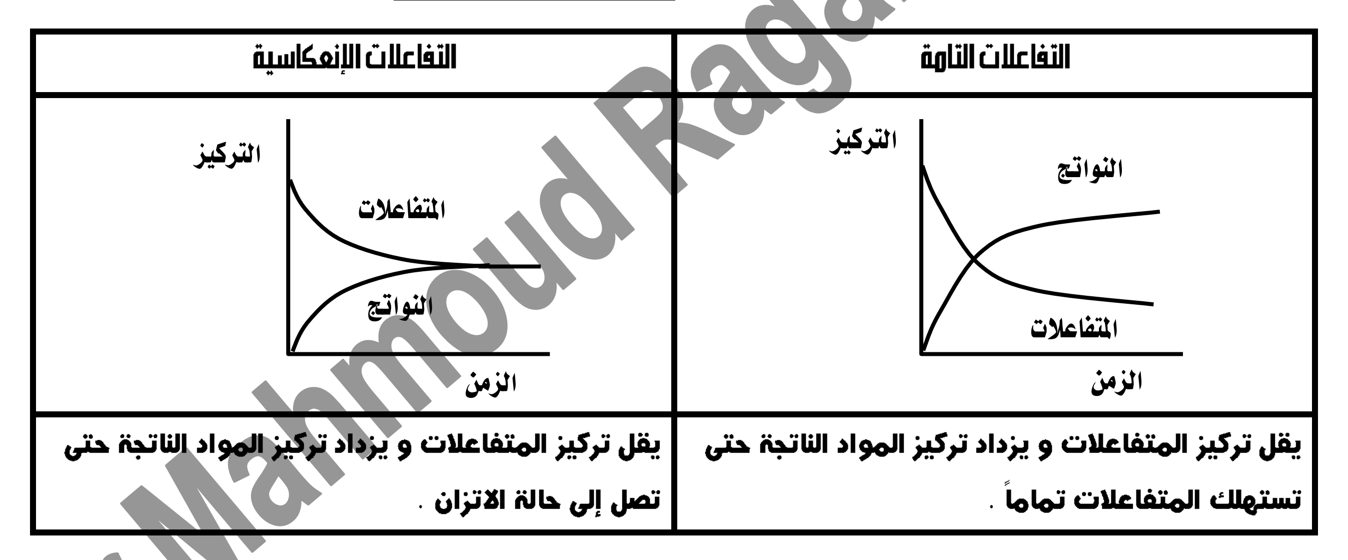
الإتـــزان الكيميـــائى : نظام ديناميكى يحدث عندما يتساوى معدل التفاعل الطردى مع معدل التفاعل العكسى بحيث تثبت تركيزات المتفاعلات و النواتج . (و يظل الإتزان قائماً طالما كانت جميع المواد المتفاعلة و الناتجة موجودة فى حيز التفاعل لم يتصاعد غاز أو يتكون راسب و ما دامت ظروف التفاعل مثل درجة الحرارة و الضغط ثابتة).

معدل التفاعل الكيميائى

هو التغير فى تركيز المواد المتفاعلة فى وحدة الزمن .

ملحوظة: وحدة قياس التركيز (مول / لتر) أو (مولار) ، وحدة قياس الزمن (الثانية) أو (الدقيقة) .

س : قارن بين معدل (سرعة) تفاعل تام و معدل تفاعل إنعكاسى موضحاً ذلك بالرسم البيانى .

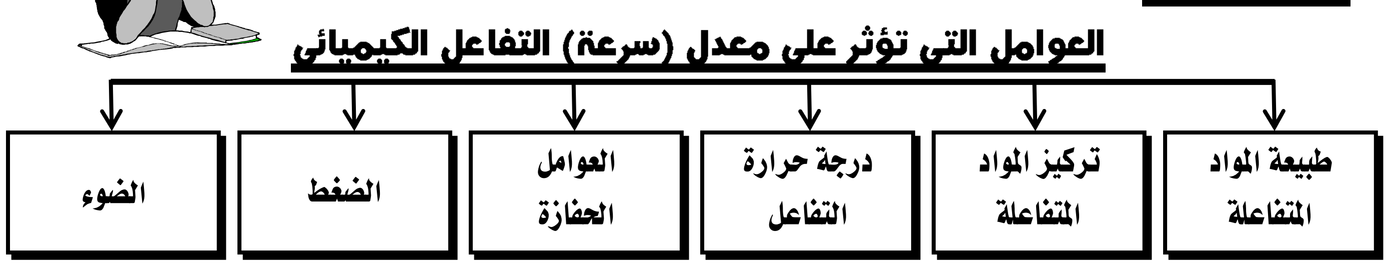


التفاعلات التامة	التفاعلات الإنعكاسية
التركيز / النواتج / المتفاعلات / الزمن	التركيز / المتفاعلات / النواتج / الزمن
يقل تركيز المتفاعلات و يزداد تركيز المواد الناتجة حتى تستهلك المتفاعلات تماماً .	**يقل تركيز المتفاعلات و يزداد تركيز المواد الناتجة حتى تصل إلى حالة الاتزان .**

أنواع التفاعلات الكيميائية حسب معدل (سرعة) التفاعل

- **التفاعلات اللحظية :** تحدث فى وقت قصير جداً **مثل** تفاعل نترات الفضة مع كلوريد الصوديوم .
- **تفاعلات بطيئة نسبياً :** مثل تفاعل الزيوت مع الصودا الكاوية لتكوين الصابون و الجلسرين .
- **تفاعلات بطيئة جداً :** تحدث فى شهور **مثل** تفاعل تكوين صدأ الحديد .

العوامل التى تؤثر على معدل (سرعة) التفاعل الكيميائى



أولاً : طبيعـة المـواد المتفاعلـة

١) **نوع الترابط فى المواد المتفاعلة** :

- إذا كانت **المتفاعلات أيونية** يحدث التفاعل بصورة لحظية سريعة لأن التفاعل يتم بين الأيونات **مثل** تفاعل الترسيب .
- إذا كانت **المتفاعلات تساهمية** يحدث التفاعل ببطئ لأن التفاعل يتم بين الجزيئات **مثل** تفاعلات المركبات العضوية .

٢) **مساحة السطح المعرض للتفاعل** : " **تزداد سرعة التفاعل بزيادة مساحة السطح المعرض للتفاعل** " .

☒ **تجربة لتوضيح تأثير مساحة السطح على معدل التفاعل :**

نضع حجمين متساويين من حمض الهيدروكلوريك المخفف على كتلتين متساويتين من الخارصين إحداهما على هيئة مسحوق و الأخرى عبارة عن كتلة واحدة كل على حدة فى أنبوبة اختبار نجد أن تفاعل المسحوق **أسرع** من تفاعل الكتلة الواحدة .

ثانيـاً : تركيـز المـواد المتفاعلـة

١- يزداد معدل التفاعل بزيادة تركيز المتفاعلات " **عدد الجزيئات** " لزيادة فرص التصادم بين الجزيئات .
٢- استطاع العالمان النرويجيان **جولد برج** و **فاج** إيجاد قانون يوضح العلاقة بين سرعة التفاعل الكيميائى و تركيز المواد المتفاعلة و هو **قانون فعل الكتلة** .

قانون فعل الكتلة : **عند ثبوت درجة الحرارة تتناسب سرعة التفاعل تناسباً طردياً مع حاصل ضرب التركيزات الجزيئية للمواد المتفاعلة (كُل مرفوع لأس يساوى عدد مولات الجزيئات أو الأيونات فى معادلة التفاعل الموزونة)**

☒ **تجربة لتوضيح تأثير التركيز على معدل التفاعل :**

عند إضافة محلول كلوريد الحديد (III) (لونه أصفر) تدريجياً إلى محلول ثيوسيانات الأمونيوم (عديم اللون) تدريجياً يتلون خليط التفاعل بلون أحمر دموى .

$$FeCl_3 + 3NH_4SCN \rightleftharpoons Fe(SCN)_3 + 3NH_4Cl$$

$FeCl_3$	$3NH_4SCN$	$Fe(SCN)_3$	$3NH_4Cl$
كلوريد حديد (III)	**ثيوسيانات أمونيوم**	**ثيوسيانات حديد (III)**	**كلوريد أمونيوم**
(أصفر باهت)	**(عديم اللون)**	**(أحمر دموى)**	**(عديم اللون)**

☒ عند زيادة تركيز أحد المواد المتفاعلة فإن التفاعل ينشط فى الإتجاه الذى يقلل من فعل هذا المؤثر (إتجاه تكوين النواتج = الإتجاه **الطردى**) .
فمثلاً : إضافة **المزيد** من كلوريد الحديد III تؤدى إلى **زيادة** اللون الأحمر لتكون **المزيد** من ثيوسيانات الحديد III .

☒ عند زيادة تركيز أحد المواد الناتجة فإن التفاعل يسير فى الإتجاه الذى يقلل من فعل هذا المؤثر (إتجاه تكوين المتفاعلات = الإتجاه **العكسى**) .
فمثلاً : إضافة **المزيد** من كلوريد الأمونيوم **تؤدى** إلى **تقليل** اللون الأحمر مما يدل على نقص تركيز ثيوسيانات الحديد III و أن التفاعل يسير فى الإتجاه العكسى .

اللّهم إنى أعوذ بك من الهم و الحزن ، و أعوذ بك من العجز و الكسل ، و أعوذ بك من غلبة الدّين و قهر الرجال ، اللهم إنى أعوذ بك من الفقر إلا إليك و من الذل إلا لك و من الخوف إلا منك ، و أعوذ بك أن أقول زوراً أو أغشى فجوراً أو أكون بك مغروراً ، و أعوذ بك من شماتة الأعداء و عضال الداء و خيبة الرجاء ، اللهم إنى أعوذ بك من شر الخلق و همّ الرزق و سوء الخلق يا أرحم الراحمين و يا رب العالمين .

التوضيح الرياضى لقانون فعل الكتلة و استنتاج قيمة ثابت الاتزان

فى التفاعل الإنعكاسى التالى :

$$FeCl_3 + 3NH_4SCN \rightleftharpoons Fe(SCN)_3 + 3NH_4Cl$$

$r_1 \propto [FeCl_3][NH_4SCN]^3 \Rightarrow \therefore r_1 = k_1 [FeCl_3][NH_4SCN]^3$

$r_2 \propto [Fe(SCN)_3][NH_4Cl]^3 \Rightarrow \therefore r_2 = k_2 [Fe(SCN)_3][NH_4Cl]^3$

ملحوظة : الأقواس المستطيلة [ ] تدل على التركيزات بوحدة (مول / لتر) .

k_1 : ثابت معدل التفاعل الطردى ، k_2 ثابت معدل العكسى .

وعند الإتزان : معدل التفاعل الطردى(r_1) = معدل التفاعل العكسى (r_2)

$$r_1 = r_2$$

$$k_1 [FeCl_3][NH_4SCN]^3 = k_2 [Fe(SCN)_3][NH_4Cl]^3$$

$$K_C = \frac{k_1}{K_2} = \frac{[Fe(SCN)_3][NH_4Cl]^3}{[FeCl_3][NH_4SCN]^3} = \frac{\text{حاصل ضرب تركيزات النواتج}}{\text{حاصل ضرب تركيزات المتفاعلات}}$$

خارج قسمة $\frac{k_1}{k_2}$ مقدار ثابت يرمز له بالرمز k_c و يعرف بثابت الإتزان لهذا التفاعل

<u>ثابت الإتزان</u> k_c :

هو النسبة بين ثابت معدل التفاعل الطردى k_1 إلى ثابت معدل التفاعل العكسى k_2 .

<u>أو</u> : هو خارج قسمة حاصل ضرب التركيزات الجزيئية للنواتج إلى حاصل ضرب التركيزات الجزيئية للمتفاعلات .

ملاحظـات هامـة جداً

❖ **<u>أولاً</u> : إذا كانت قيمة ثابت الإتزان (k_c) <u>أكبر من ١</u> فهذا يعنى أن :**

تركيزات النواتج أكبر من تركيزات المتفاعلات و أن التفاعل فى الإتجاه الطردى هو السائد(يستمر إلى قرب نهايته) .

<u>مثـــال</u> : تفاعل الكلور مع الهيدروجين $H_{2(g)} + Cl_{2(g)} \underset{\text{العكسى}}{\overset{\text{الطردى}}{\rightleftharpoons}} 2HCl_{(g)} \quad K_C = 4,4 \times 10^{32}$

القيمة الكبيرة لثابت الإتزان k_c تعنى أن التفاعل يسير قرب نهايته ناحية تكوين كلوريد الهيدروجين و أن التفاعل الطردى هو السائد .

❖ **<u>ثانياً</u> : إذا كانت قيمة ثابت الإتزان (k_c) <u>أقل من ١</u> فهذا يعنى أن :**

حاصل ضرب تركيزات النواتج أقل من حاصل ضرب تركيزات المتفاعلات و أن التفاعل فى الإتجاه العكسى هو السائد .

<u>مثـــال</u> : ذوبانية كلوريد الفضة فى الماء : $AgCl_{(s)} \underset{\text{العكسى}}{\overset{\text{الطردى}}{\rightleftharpoons}} Ag^+_{(aq)} + Cl^-_{(aq)} \quad K_C = 1,7 \times 10^{-10}$

القيمة الصغيرة لثابت الإتزان k_c تعنى أن كلوريد الفضة شحيح الذوبان فى الماء و أن التفاعل العكسى هو السائد .

❖ **لا يكتب تركيز المواد الصلبة أو الرواسب أو الماء النقى فى معادلة حساب ثابت الإتزان لأن تركيزاتها ثابتة مهما اختلفت كميتها لأن قيمتها لا يتغير بدرجة ملموسة .**

❖ **<u>ثالثاً</u> : عند نفس درجة الحرارة <u>لا تتغير</u> القيمة العددية لثابت الإتزان <u>بتغير</u> تركيزات المواد المتفاعلة أو الناتجة .**

أمثلة على ثابت الإتزان

<u>مثال</u> : أكتب قانون ثابت الإتزان للتفاعل الإنعكاسى التالى : $CuO_{(S)} + H_{2(g)} \rightleftharpoons Cu_{(s)} + H_2O_{(g)}$

<u>الحـــل</u> :

مثال : احسب ثابت الإتزان للتفاعل التالى : $I_2 + H_2 \rightleftharpoons 2HI$ علماً بأن تركيزات اليود و الهيدروجين و يوديد الهيدروجين **عند الإتزان** على الترتيب (٠,٢٢١ ، ٠,٢٢١ ، ١,٥٦٣) مولر .

الحــل :

$$k_c = \frac{[HI]^2}{[H_2]\,[I_2]} = \frac{(١,٥٦٣)^٢}{٠,٢٢١ \times ٠,٢٢١} = 50$$

مثال : فى التفاعل التالى $2NO_2 \rightleftharpoons N_2O_4$ احسب قيمة ثابت الإتزان علماً بأن التركيزات عند الإتزان هى NO_2 يساوى ٠,٠٣٢ مول/لتر و N_2O_4 يساوى ٠,٢١٣مول/لتر .

الحــل :

....

مثال : احسب ثابت الإتزان لتفكك خامس كلوريد الفوسفور عند ٢٥ْم تبعا للمعادلة : $PCl_{5\,(g)} \rightleftharpoons PCl_{3\,(g)} + Cl_{2\,(g)}$ علماً بأن سعة وعاء التسخين ٦ لتر و يحتوى **عند الإتزان** على ٠,٠٢١ ، ٠,٣٢ ، ٠,٣٢ مول من كل من Cl_2 , PCl_3 , PCl_5 على الترتيب .

الحــل :

....

مثال : فى التفاعل المتزن التالى : $N_2 + 3H_2 \rightleftharpoons 2NH_3$, $Kc = 100$ إذا علمت أن تركيزات كلاً من النيتروجين و الهيدروجين **عند الإتزان** على الترتيب هى ٠,٠١ ، ٠,١ أحسب تركيز النشادر عند الإتزان .

الحــل :

....

مثال : فى التفاعل $H_2\,(g) + I_{2\,(g)} \rightleftharpoons 2HI_{(g)}$, $Kc = 55$ إذا كانت تركيزات HI , I_2 , H_2 على الترتيب ١ × ١٠$^{-٣}$ ، ١,٥ × ١٠$^{-٣}$ ، ٥ × ١٠$^{-٣}$ مول/ لتر هل يكون التفاعل فى حالة إتزان أم لا ؟ علل .

الحــل :

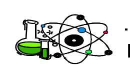
....

مثال : فى إحدى التجارب العملية أدخل ٠,٦٢٥ مول من غاز N_2O_4 فى وعاء سعته ٥ لترات و سمح له بالتفكك حتى وصل إلى حالة إتزان مع NO_2 عند درجة حرارة معينة كما توضح المعادلة $2NO_2 \rightleftharpoons N_2O_4$ فكان تركيز N_2O_4 **عند الإتزان** يساوى ٠,٠٧٥ مول / لتر احسب قيمة ثابت الإتزان K_c لهذا التفاعل .

الحــل :

....

اللّهم من اعتز بك فلن يُذل ، و من اهتدى بك فلن يُضل ، و من استكثر بك فلن يُقل ، و من استقوى بك فلن يُضعف ، و من استغنى بك فلن يُفتقر ، و من استنصر بك فلن يُغلب ، و من توكل عليك فلن يُخيب ، و من جعلك ملاذاً فلن يُضيع ، و من اعتصم بك فقد هُدى إلى صراط مستقيم ، اللّهم فكن لنا ولياً و نصيرا ، و كن لنا مُعيناً و مجيرا ، إنك كنت بنا بصيرا ....




التقويم الأول



السؤال الأول : اختر الإجابة الصحيحة من بين الأقواس فيما يلى :

١- إضافة محلول كلوريد الحديد III الأصفر الباهت إلى محلول ثيوسيانات الأمونيوم عديم اللون :
(يزداد اللون الأحمر - يزداد اللون الأصفر - ينعدم لون المحلول - يتوقف التفاعل)

٢- إضافة محلول ثيوسيانات الحديد III إلى محلول كلوريد الأمونيوم :
(يزداد اللون الأحمر - يقل اللون الأ حمر - ينعدم لون المحلول - لا يحدث تفاعل)

٣- فى هذا التفاعل : $AgCl_{(s)} ===== Ag_{(aq)} + Cl^{-}_{(aq)}$, $K_c = 1,7 \times 10^{-7}$ التفاعل السائد هو التفاعل :
(الطردى - العكسى - الطردى و العكسى بنفس الدرجة - لا يحدث تفاعل)

٤- العلاقة بين سرعة التفاعل الكيميائى و تركيز المواد المتفاعلة توصل إليها : (٠٢/أول)
(هايزنبرج - لوشاتيليه - فاج و جولدبرج - شرودنجر)

٥- جميع العوامل الآتية تؤثر على النظام فى حالة الإتزان **ماعدا** : (٠٤/ثان)
(التركيز - درجة الحرارة - العوامل الحفازة - الضغط)

السؤال الثاني : أكتب المصطلح العلمى الذى يدل على العبارات التالية :

١- مقدار التغير فى تركيز المواد المتفاعلة فى وحدة الزمن .
٢- عند ثبوت درجة الحرارة تتناسب سرعة التفاعل الكيميائى تناسباً طردياً مع حاصل ضرب التركيزات الجزيئية لمواد التفاعل .
٣- ضغط بخار الماء الموجود فى حيز معين من الهواء عند درجة حرارة معينة .
٤- التفاعلات التى تسير فى إتجاه واحد لخروج أحد النواتج من حيز التفاعل .
٥- أقصى ضغط لبخار الماء يمكن أن يوجد فى الهواء عند درجة حرارة معينة .
٦- نظام ساكن على المستوى المرئى و ديناميكى على المستوى غير المرئى .
٧- خارج قسمة ثابت معدل التفاعل الطردى على ثابت معدل التفاعل العكسى .
٨- التفاعلات التى تسير فى كلا الإتجاهين و تكون المواد المتفاعلة و الناتجة من التفاعل موجودة بإستمرار فى حيز التفاعل .
٩- نظام ساكن على المستوى المرئى و ديناميكى على المستوى غير المرئى .
١٠- التفاعلات التى تنتهى فى وقت قصير جداً بمجرد خلط المواد المتفاعلة .
١١- إتزان يحدث عندما يتساوى معدل التفاعل الطردى مع معدل التفاعل العكسى فى التفاعلات الإنعكاسية .

السؤال الثالث : علل لما ياتى :

١- تفاعل كلوريد الصوديوم مع نترات الفضة تفاعل تام .
٢- تفاعل الماغنسيوم مع حمض الهيدروكلوريك تفاعل تام غير إنعكاسى .
٣- تفاعل حمض الخليك مع الإيثانول تفاعل إنعكاسى .
٤- تفاعل كلوريد الصوديوم مع نترات الفضة سريع بينما تفاعل الصودا الكاوية مع الزيت تفاعل بطئ .
٥- محلول تفاعل حمض الأستيك و الكحول الإيثيلى يحمر ورقة عباد الشمس رغم أن نواتج التفاعل متعادلة التأثير .
٦- تفاعل مسحوق الخارصين مع الأحماض أسرع من تفاعل قطعة من الخارصين .
٧- صدأ برادة الحديد أسرع من صدأ قطعة من الحديد .
٨- تزداد سرعة التفاعل بزيادة تركيز المتفاعلات .
٩- لا يكتب تركيز الماء أو المواد الصلبة أو الرواسب فى معادلة حساب ثابت الإتزان .
١٠- صعوبة ذوبان كلوريد الفضة فى الماء تبعاً للمعادلة : $AgCl_{(s)} = Ag_{(aq)} + Cl^{-}_{(aq)}$, $K_c = 1,7 \times 10^{-7}$

١١- صعوبة إنحلال كلوريد الهيدروجين إلى عنصريه تبعاً للمعادلة : $Cl_2 + H_2 = 2HCl \quad , \quad K_c = 4,4 \times 10^{32}$

١٢- عملية الإتزان عملية ديناميكية و ليست ساكنة .

١٣- يعتبر التحلل الحرارى لنيترات النحاس II تفاعل تام .

١٤- المركبات العضوية بطيئة فى تفاعلاتها الكيميائية بينما المركبات الأيونية سريعة فى تفاعلاتها .

السؤال الرابع : مسائل على ثابت الإتزان

١- إحسب ثابت الإتزان K_c للتفاعل الآتى : $C_{(s)} + CO_{2(g)} \;=====\; 2CO_{(g)}$ علماً بأن تركيز كلاً من ثانى أكسيد الكربون و أول أكسيد الكربون على الترتيب هى : ٠,٠١ و ٠,١ مول/لتر .

٢- إذا كان ثابت الإتزان للتفاعل الآتى ١٥,٧٥ $PCl_5 \;========\; Cl_2 + PCl_3$ و كانت تركيزات الكلور و ثالث كلوريد الفوسفور على الترتيب هى : ٠,٣ ، ٠,٨٤ المول/ لتر إحسب تركيز خامس كلوريد الفوسفور .

٣-إحسب ثابت الإتزان للتفاعل : $2SO_2 + O_2 \;=======\; 2SO_3$ إذا كانت التركيزات عند الإتزان لكل من
SO_3 = ٠,١٨ مول/ لتر ، SO_2 = ٠,٠٢ مول/ لتر ، O_2 = ٠,٠١ مول/ لتر

٤- أدخلت كمية من غاز النيتروجين و غاز الهيدروجين فى وعاء حجمه ٥ لتر و تم التفاعل بينهما طبقاً للمعادلة :
$N_2 + 3H_2 \;=======\; 2NH_3$ فإذا كانت عدد مولات النيتروجين و الهيدروجين و النشادر **عند الإتزان** تساوى ١٣,٥ مول ، ١,٢٥ مول ، ٠,٢٥ مول إحسب قيمة ثابت الإتزان .

٥- إذا كان ثابت الإتزان K_P يساوى ٧,١٣ ضغط جوى لهذا التفاعل : $N_2O_{4(g)} \;======\; 2NO_{2(g)}$ و عند الإتزان كان الضغط الجزيئى لغاز NO_2 فى الوعاء يساوى ٠,١٥ ضغط جوى إحسب الضغط الجزيئى لغاز N_2O_4 فى الخليط

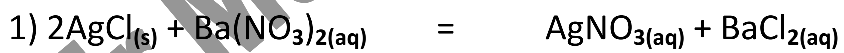
٦- إحسب ثابت الإتزان للتفاعل : $I_2 + H_2 \rightleftharpoons 2HI$ إذا علمت أن تركيزات اليود و الهيدروجين و يوديد الهيدروجين عند الإتزان هى على الترتيب : ٠,١١٠٥ ، ٠,١١٠٥ ، ٠,٧٨١٥ مول/لتر . (٠٦/أول)

٧- إحسب ثابت الإتزان K_P للتفاعل : $N_{2(g)} + 2O_{2(g)} \rightleftharpoons 2NO_{2(g)}$ إذا كانت الضغوط هى على الترتيب ٢ ضغط جو ، واحد ضغط جو ، ٠,٢ ضغط جو للغازات : N_2 , NO_2 , O_2 (٠٦/ثان)

أسئلة متنوعة

- أذكر نوع التفاعلات الكيميائية الآتية مع التعليل:

1) $2AgCl_{(s)} + Ba(NO_3)_{2(aq)} = AgNO_{3(aq)} + BaCl_{2(aq)}$



2) $NaCl_{(aq)} + H_2O_{(aq)} = NaOH_{(aq)} + HCl_{(aq)}$

3) $2CuO_{(s)} + 4NO_{2(g)} + O_{2(g)} = 2Cu(NO_3)_{2(s)}$

4) $CO_{2(g)} + H_{2(g)} = CO_{(g)} + H_2O_{(g)}$ (فى إناء مغلق)

5) $K_2CO_{3(aq)} + Na_2SO_{4(aq)} = Na_2CO_{3(aq)} + K_2SO_{4(aq)}$



- وضح بالتجارب العملية كل مما يأتى :

١- تاثير التركيز على معدل التفاعل متزن . (أثر إضافة محلول كلوريد الحديد III إلى محلول ثيوسيانات الأمونيوم)

٢- تاثير زيادة سطح المواد المتفاعلة على معدل التفاعل الكيميائى .

- أكمل ما يأتى :

عند ثبوت درجة الحرارة تتناسب سرعة التفاعل الكيميائى تناسباً .... مع حاصل ضرب تركيز المواد المتفاعلة .

- ماذا يقصد بكل من :

التفاعلات التامة - قانون فعل الكتلة - النظام المتزن - معدل التفاعل الكيميائى - ضغط بخار الماء المشبع .

ثالثـــاً : تأثيـــر درجـــة الحــــرارة

* رفع درجة الحرارة يزيد من نسبة الجزيئات المنشطة فيزداد معدل التفاعل الكيميائى .
* تزداد سرعة بعض التفاعلات الكيميائية إلى **الضعف** تقريباً إذا ارتفعت درجة الحرارة بمقدار ١٠ ْم .
* يمكن تفسير تأثير الحرارة على سرعة التفاعل الكيميائى فى ضوء نظرية التصادم (الجزيئات المتصادمة ذات السرعات العالية جداً فقط هى التى تتفاعل لأن طاقتها الحركية العالية تمكنها من كسر الروابط بين الجزيئات فيحدث التفاعل الكيميائى) .

طاقة التنشيط : الحد الأدنى من طاقة الحركة التى يجب أن يمتلكها الجزئ لكى يتفاعل عند التصادم .

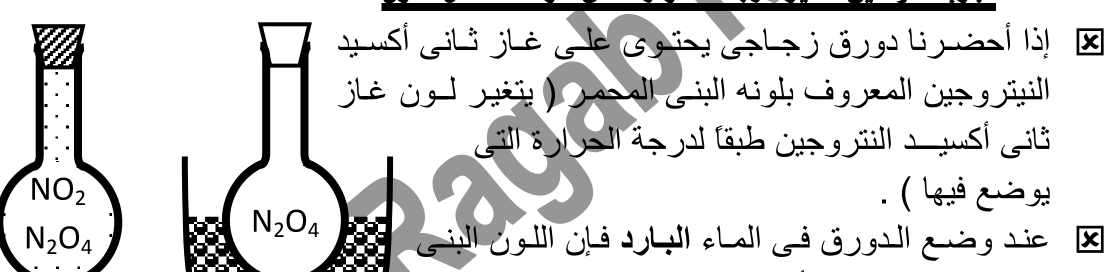
الجزيئات المنشطة : جزيئات طاقة حركتها تساوى طاقة التنشيط أو تفوقها.



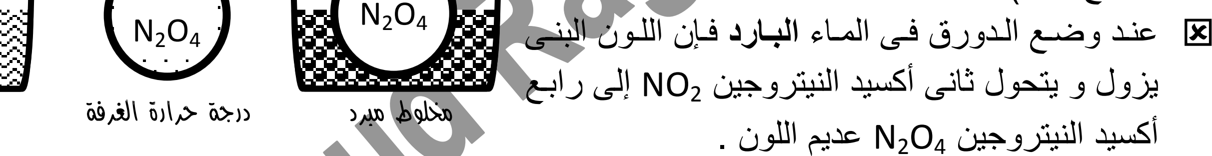
⇦ علل : يزداد معدل بعض التفاعلات الكيميائية بزيادة درجة الحرارة .

لأن زيادة درجة الحرارة تؤدى إلى زيادة عدد الجزيئات المنشطة و بالتالى يزيد معدل التفاعل الكيميائى .

تجربة لتوضيح تأثير درجة الحرارة على سرعة تفاعل متزن :



- إذا أحضرنا دورق زجاجى يحتوى على غاز ثانى أكسيد النيتروجين المعروف بلونه البنى المحمر (يتغير لون غاز ثانى أكسيد النتروجين طبقاً لدرجة الحرارة التى يوضع فيها) .
- عند وضع الدورق فى الماء **البارد** فإن اللون البنى يزول و يتحول ثانى أكسيد النيتروجين NO_2 إلى رابع أكسيد النيتروجين N_2O_4 عديم اللون .



- إذا أخرج الدورق من الماء البارد و وضع فى درجة حرارة الغرفة فإن اللون البنى يبدأ فى الظهور مرة أخرى .
- إذا وضع الدورق فى الماء **الساخن** فإن اللون البنى يزيد و يتحول رابع أكسيد النيتروجين N_2O_4 إلى NO_2 .

$$2NO_2 \rightleftharpoons N_2O_4 + Heat \quad (\Delta H = -ve)$$

بنى محمر — عديم اللون

نستنتج من التجربة السابقة أن امتصاص (سحب) الحرارة من تفاعل متزن طارد للحرارة يؤدى إلى سير التفاعل فى الإتجاه الطردى و العكس .

☚ **في التفاعلات الطاردة للحرارة :**

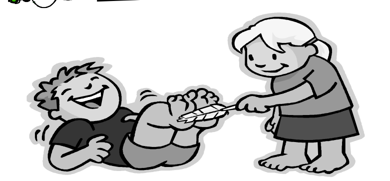
رفع درجة الحرارة تجعل التفاعل يسير فى الإتجاه **العكسى** و **تقل** قيمة ثابت الإتزان K_c و العكس عند **التبريد**.

☚ **في التفاعلات الماصة للحرارة :**

يسير التفاعل فى الإتجاه **الطردى** عند **التسخين** و العكس عند التبريد .

طرق كتابة معادلات التفاعلات الطاردة للحرارة والماصة للحرارة

التفاعل الطارد للحرارة	التفاعل الماص للحرارة
X + Y = XY + heat (Energy)(رقم)	X + Y + heat (Energy)(رقم) = XY
X + Y - heat = XY	X + Y = XY - heat
X + Y = XY , $\Delta H = (-)$	X + Y = XY , $\Delta H = (+)$



ملحوظة :

- **فى التفاعلات الماصة للحرارة تتناسب قيم K_c طردياً مع درجة الحرارة .**
- **فى التفاعلات الطاردة للحرارة تتناسب قيم K_c عكسياً مع درجة الحرارة .**

مثال : التفاعل المتزن التالى $H_{2(g)} + I_{2(g)} \rightleftharpoons 2HI_{(g)}$ له قيمتان لثابت الإتزان K_c عند درجتى حرارة مختلفتين عند درجة حرارة ٨٥٠ °م تساوى ٦٧ و عند درجة ٤٤٨ °م تساوى ٥٠ هل التفاعل ماص أم طارد للحرارة ؟

الحـــل :

....

رابعــــاً : تأثيــــر الضغـــــط

- يؤثر الضغط على التفاعلات **الغازية** المتزنة فقط .
- عند **زيادة** الضغط على تفاعل غازى متزن فإن التفاعل ينشط فى الإتجاه الذى **يقل** فيه الحجم " عدد الجزيئات " .
- تستخدم **المولاريــة** للتعبير عن تركيز المواد فى المحاليل و يتم ذلك بوضع المادة بين قوسين مربعيـن [ ] .
- يستخدم **الضغط الجزيئى** للتعبير عن تركيز المواد إذا كانت المواد الداخلة فى التفاعل أو الناتجة منه فى حالة غازية و يرمز للضغط الجزيئى للغاز بالرمز $(\;)P^x$ حيث X عدد مولات الجزيئات فى المعادلة المتزنة .

مثال :

يحضر النشادر فى الصناعة من عنصريه طبقا للتفاعل التالى : $N_2 + 3H_2 \rightleftharpoons 2NH_3 \quad , \Delta H = -92\ k.j$

ما تأثير الضغط على التفاعل المتزن السابق .

الحــل :

نلاحظ أن **أربعة** جزيئات تتفاعل لتكوين **جزيئين** أى أن تكوين النشادر يكون مصحوباً بنقص فى عدد الجزيئات (نقص فى الحجم) و لذا :

١- عند **زيادة** الضغط ينشط التفاعل فى الإتجاه الذى **يقل** فيه الحجم (عدد المولات) أى فى الإتجاه **الطردى** .
٢- عند **تقليل** الضغط ينشط التفاعل فى الإتجاه الذى **يزداد** فيه الحجم (عدد المولات) أى فى الإتجاه **العكسى** .

ملحوظة هامـة :

يعبر عن ثابت الإتزان للتفاعل السابق بالرمز K_p للدلالة على تركيز المواد معبراً عنها **بالضغط الجزيئى** :

$$K_p = \frac{P^2(NH_3)}{P(N_2) \times P^3(H_2)}$$

- كما يمكن التعبير عن ثابت الإتزان أيضا بالرمز K_c للدلالة على تركيز المواد معبراً عنها **بالمولارية** كما يلى :

$$K_c = \frac{[NH_3]^2}{[N_2].[H_2]^3}$$

كما هو الحال فى K_c فإن قيمة K_p للتفاعل لا تتغير بتغير الضغوط الجزيئية للغازات المتفاعلة أو الناتجة فى نفس درجة الحرارة .

أمثلة على ثابت الإتزان

مثال :

احسب ثابت الاتزان K_p للتفاعل الآتى : $N_{2(g)} + 2O_{2\,(g)} \rightleftharpoons 2NO_{2\,(g)}$ إذا كان الضغط لغاز N_2 = ٢ و لغاز O_2 = ٠,٢ و لغاز NO_2 = ١ جو .

الحـــل :

....




مثال :

إذا علمت أن ثابت الإتزان K_p للتفاعل الآتى : $PCl_{3(g)} + Cl_{2(g)} \rightleftharpoons PCl_{5(g)}$ إذا كانت K_p = ٢٥ عند درجة ٤٤٨ °م . احسب الضغط الجزيئى لغاز PCl_3 علماً بأن الضغط الجزيئى لكل من PCl_5 ، Cl_2 على الترتيب يساوى ٠,٠٤٤ ، ٦,٨ ضغط جوى .

الحــل :

....

مثال :

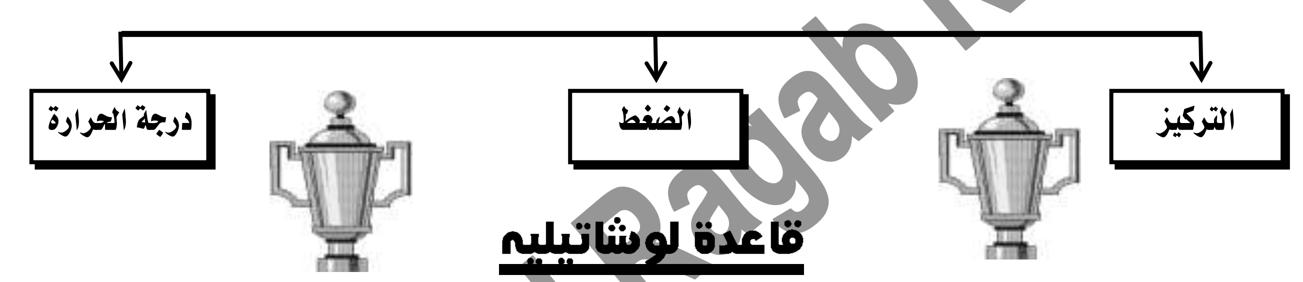
إذا علمت أن ثابت الإتزان K_p للتفاعل $2NH_{3(g)} \rightleftharpoons N_{2(g)} + 3H_{2(g)}$ يساوى ٣٥ عند درجة ٤٤٨ °م

احسب ثابت الاتزان K_p للتفاعل الآتى عند نفس درجة الحرارة $N_{2(g)} + 3H_{2(g)} \rightleftharpoons 2NH_{3(g)}$

الحــل :

....

العوامل التى تؤثر على التفاعلات المتزنة



قاعدة لوشاتيليه

وضع العالم الفرنسى **لوشاتيليه** Le Chatelier قاعدة تصف تأثير العوامل المختلفة من تركيز و حرارة و ضغط على الأنظمة المتزنة و تنص القاعدة على :

إذا حدث تغير فى أحد العوامل المؤثرة على نظام فى حالة اتزان (مثل الضغط و التركيز و درجة الحرارة) فإن النظام ينشط فى الإتجاه الذى يقلل أو يلغى تأثير هذا التغير .

أولاً : تأثير التغير فى التركيز على الإتزان

١- عند زيادة تركيز أحد **المتفاعلات** فإن التفاعل ينشط فى إتجاه **النواتج** " الإتجاه **الطردى** " .

مثال : $N_2 + 3H_2 \rightleftharpoons 2NH_3$, $\Delta H = - 92$ KJ

إضافة المزيد من النيتروجين N_2 أو الهيدروجين H_2 يجعل التفاعل يسير فى الإتجاه الطردى أى تزداد كمية النشادر المتكونة .

٢- عند زيادة تركيز أحد **النواتج** فإن التفاعل ينشط فى إتجاه **المتفاعلات** " الإتجاه **العكسى** " .

من المثال السابق نجد أن :

إضافة المزيد من النشادر NH_3 يجعل التفاعل يسير فى الإتجاه العكسى أى تزداد كمية النيتروجين N_2 و الهيدروجين H_2 المتكونة .

ثانياً : تأثير التغير فى درجة الحرارة على الإتزان



١- **فى حالة التفاعلات الطاردة للحرارة :**

- **رفع** درجة الحرارة يجعل التفاعل يسير فى الإتجاه **العكسى** .
- **خفض** درجة الحرارة يجعل التفاعل يسير فى الإتجاه **الطردى** .

مثال : $N_2 + 3H_2 \rightleftharpoons 2NH_3$, $\Delta H = - 92$ KJ

التسخين يقلل من كمية النشادر المتكونة بينما التبريد يزيد من كمية النشادر المتكونة .

٢- في حالة التفاعلات **الماصة** للحرارة :



- **رفع** درجة الحرارة يجعل التفاعل يسير فى الإتجاه **الطردى** .
- **خفض** درجة الحرارة يجعل التفاعل يسير فى الإتجاه **العكسى** .

مثال : $2SO_{3(g)} \rightleftharpoons 2SO_{2(g)} + O_{2(g)} - Heat$

التسخين يزيد من كمية غاز ثالث أكسيد الكبريت SO_3 المفككة بينما التبريد يقلل من كمية الغاز المفككة .

ثالثاً : تأثير التغير في الضغط على الإتزان

يؤثر الضغط على إتزان التفاعلات الغازية التى يصاحبها تغير فى الحجم (عدد جزيئات الغازات المتفاعلة ≠ عدد جزيئات الغازات الناتجة) .

١- عند زيادة الضغط فإن التفاعل ينشط فى إتجاه **الحجوم الأقل** " عدد الجزيئات **الأقل** " .

٢- عند تقليل الضغط فإن التفاعل ينشط فى إتجاه **الحجوم الأكبر** " عدد الجزيئات **الأكبر** " .

مثال : $N_2 + 3H_2 \rightleftharpoons 2NH_3 \ , \ \Delta H = - 92 \ KJ$

- **زيادة الضغط يجعل التفاعل يسير في الإتجاه الطردى مما يؤدى إلى زيادة تكوين النشادر** NH_3 .
- **تقليل الضغط يجعل التفاعل يسير في الإتجاه العكسى مما يؤدى إلى تقليل كمية النشادر** NH_3 **المتكونة** .

أمثلة على قاعدة لوشاتيليه

مثال :

في التفاعل المتزن التالى : $H_{2(g)} + CO_{2(g)} \rightleftharpoons H_2O_{(V)} + CO_{(g)} \ , \ \Delta H = 41 \ Kj$

كيف يؤثر كل من التغيرات الآتية على **تركيز الهيدروجين** :

١- إضافة مزيد من غاز CO_2 .

٢- إضافة مزيد من بخار الماء .

٣- تقليل حجم الوعاء .

٤- إضافة عامل حفز .

٥- زيادة درجة الحرارة .

الحــل :

....

....

....

مثال : **في التفاعل المتزن** $N_{2(g)} + 2O_{2(g)} + Heat \rightleftharpoons 2NO_{2(g)}$

وضح أثر التغير فى التركيز و الضغط و درجة الحرارة على معدل تكوين ثانى أكسيد النيتروجين .

الحــل :

....

....

....

مثال : **في التفاعل المتزن** $2SO_{3(g)} \rightleftharpoons 2SO_{2(g)} + O_{2(g)} \ , \ \Delta H = + ve$

وضح أثر الزيادة فى التركيز و الضغط و درجة الحرارة على معدل تفكك ثانى أكسيد الكبريت .

الحــل :

....

....

....

اللهم إنى أعوذ بك من القسوة و الغفلة و الذلة و المسكنة ، و أعوذ بك من الكفر و الفسوق و الشقاق و السمعة و الرياء ، و أعوذ بك من الصمم والبكم والجذام والجذام وسيئ الأسقام .

مثال : فى التفاعل المتزن $H_2N-NH_{2(g)} \rightleftharpoons N_{2(g)} + 2H_{2(g)}$, $\Delta H = -$

وضح أثر النقص فى التركيز و الضغط و درجة الحرارة على معدل تكوين غاز النيتروجين .

الحـــل :

....

....

....

مثال : فى التفاعل المتزن $\frac{1}{2} N_{2(g)} + \frac{1}{2} O_{2(g)} \rightleftharpoons NO_{(g)}$, $\Delta H = +$

ماهى العوامل التى تساعد على زيادة كمية أكسيد النيتريك المتكونة .



خامساً :تأثيـــر العوامـــل الحفـــازة

العامـــل الحفـــاز : **مادة يلزم منها القليل لتغير معدل التفاعل الكيميائى دون أن تتغير أو تغير من موضع الإتزان** .

- **العوامل الحفاز ة هى عناصر فلزية أو أكاسيد فلزات أو مركباتها أو أنزيمات .**
- **العامل الحفاز يغير من سرعة التفاعل دون الحاجة إلى رفع درجة الحرارة .**
- **العامل الحفاز يقلل من طاقة التنشيط اللازمة للتفاعل .**
- **العامل الحفاز فى التفاعلات الإنعكاسية يسرع معدل التفاعل الطردى و العكسى فى نفس الوقت بنفس المقدار فيؤدى إلى الوصول لحالة الإتزان بسرعة .**

دور العامل الحفاز :

تقليل طاقة التنشيط اللازمة للتفاعل فهو يسرع التفاعل العكسى و الطردى بنفس المقدار فيؤدى إلى الوصول لحالة الإتزان بسرعة .

⇦ **علل : لا يغير العامل الحفاز من موضع الإتزان فى التفاعلات الإنعكاسية .**

لأنه يزيد من معدل التفاعل الطردى و العكسى بنفس المقدار فهو يقلل طاقة التنشيط اللازمة للتفاعل فقط .

أهمية العامل الحفاز بدلاً من الحرارة فى التفاعلات :

لأن تكاليف الطاقة اللازمة لإحداث هذه التفاعلات ستكون عالية مما يؤدى إلى رفع أسعار المنتجات الصناعية نتيجة تحميل تكاليف الطاقة على أسعارها .

⇦ **علل : إستخدام العوامل الحفازة فى الصناعة له بعد إقتصادى .**

لأنها تزيد من معدل التفاعلات البطيئة دون الحاجة إلى التسخين فتوفر الطاقة و تقلل تكلفة المنتجات الصناعية .

⇦ **يفضل استخدام العوامل الحفازة بدلاً من التسخين فى الصناعة .**

لتوفير الطاقة وتقليل التكاليف .

مجالات استخدام العامل الحفاز :

(١) تستخدم فى أكثر من ٩٠% من العمليات الصناعية مثل الأسمدة و البتروكيماويات و الأغذية .

(٢) توضع فى المحولات الحفزية فى شكمانات السيارات للتقليل من خطورة نواتج الإحتراق .

(٣) تعمل **الإنزيمات "هى جزيئات من البروتين تتكون فـى الخلايـا الحيــة "** كعوامل حفز للعديد من العمليات البيولوجية و الصناعية .

من قال سبحان الله و بحمده تكتب له ألف حسنة أو تحط عنه ألف سيئة



سادســـاً : تأثيـــر الضـــوء

(١) فى عملية البناء الضوئى يقوم الكلوروفيل فى النبات بإمتصاص الضوء فى وجود ثانى أكسيد الكربون و الماء و يكون الكربوهيدرات .

(٢) أفلام التصوير تحتوى على مادة بروميد الفضة فى طبقة جيلاتينية عندما يسقط الضوء عليها فإنه يعمل على إكتساب أيون الفضة الموجب لإلكترون من أيون البروميد السالب ليتحول إلى فضة و يمتص البروم المتكون فى الطبقة الجيلاتينية و كلما زادت شدة الضوء زادت كمية الفضة المتكونة : $Ag^{+} + e^{-} \longrightarrow Ag$



التقويم الثانى

السؤال الأول : اختر الإجابة الصحيحة من بين الأقواس فيما يلى :

١- فى التفاعل المتزن التالى : $NH_2NH_{2(g)}$ ==== $N_{2(g)} + 2H_{2(g)}$, ΔH = (-) يزداد معدل تكوين الهيدرازين بـ :
(زيادة الضغط و التبريد – زيادة الضغط و التسخين – تقليل الضغط و التسخين – تقليل الضغط و التبريد)

٢- فى التفاعل المتزن التالى : طاقه – $N_2 + O_2$ ====== 2NO يزداد معدل تفكك أكسيد النيتريك بـ :
(بزيادة الضغط و التبريد – بزيادة الضغط و التسخين – التسخين فقط – التبريد فقط)

٣- تأثير الحرارة على معدل تفاعل كيميائى هو :
(تقليل طاقة التنشيط – زيادة الجزيئات المنشطة – زيادة طاقة التنشيط – يقلل الجزيئات المنشطة)

٤- أثر الحرارة على تفاعل كيميائى **متزن** طارد للحرارة :
(يجعل التفاعل يسير فى إتجاه تكوين النواتج – يجعل التفاعل يسير فى إتجاه تكوين المتفاعلات – يسرع التفاعلين الطردى و العكسى – لا تؤثر)

٥- العامل الحفاز فى التفاعلات الإنعكاسية يعمل على :
(تقليل طاقة تنشيط المتفاعلات – زيادة سرعة التفاعل العكسى فقط – زيادة طاقة تنشيط المتفاعلات – زيادة سرعة التفاعل الطردى فقط)

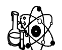
٦- فى النظام الغازى المتزن التالى : طاقة + $H_2 + Cl_2$ === 2HCl زيادة الضغط تؤدى إلى :
(زيادة تركيز النواتج – زيادة تركيز المواد المتفاعلة – خفض تركيز النواتج – لايؤثر)

٧- يزاح الإتزان جهة تكوين المواد المتفاعلة عند خفض درجة الحرارة فى التفاعلات :
(الإنعكاسية الماصة – الإنعكاسية الطاردة – التامة الطاردة – التامة الماصة) للحرارة .

السؤال الثانى : أكتب المصطلح العلمى الذى يدل على العبارات التالية :

١- مادة تغير من معدل التفاعل الكيميائى دون أن تتغير .
٢- الحد الأدنى من الطاقة التى يجب أن يمتلكها الجزئ لكى يتفاعل عند الإصطدام .
٣- إذا حدث تغير فى أحد العوامل المؤثرة على نظام فى حالة إتزان مثل الضغط أو التركيز أو درجة الحرارة فإن النظام ينشط فى الإتجاه الذى يقلل أو يلغى هذا التغير .
٤- الجزيئات ذات الطاقة الحركية المساوية لطاقة التنشيط أو تفوقها .

من قرأ سورة الواقعة كل ليلة قبل أن ينام لقى الله عز و جل و وجهه كالقمر ليلة البدر



السؤال الثالث : علل لما يأتى :

١- يزداد اللون البنى المحمر لثانى أكسيد النيتروجين عند وضعه فى ماء ساخن و يختفى بالتبريد .
٢- تزداد سرعة التفاعل الكيميائى بارتفاع درجة الحرارة
٣- يزداد معدل تكوين غاز النشادر من عنصريه بزيادة الضغط و التبريد .
٤- يحتاج حرق السكر فى المختبر إلى درجات حرارة عالية بينما حرقه فى جسم الإنسان يتم عند ٣٧°م .
٥- تستخدم محولات حفزية فى شكمانات السيارات .
٦- تفاعل النيتروجين مع الهيدروجين لتكوين النشادر طارد للحرارة و مع ذلك لا يتم إلا بالتسخين .

السؤال الرابع : تخير الإجابة الصحيحة من بين العبارات الآتية :

١- فى التفاعل المتزن التالى : $N_{2(g)} + 3H_{2(g)} \rightleftharpoons 2NH_{3(g)}$, $\Delta H = (-)$ يمكن زيادة تركيز NH_3 بإحدى الطرق الآتية :
(تقليل كمية النيتروجين – رفع درجة الحرارة – تقليل كمية الهيدروجين – زيادة الضغط) (٩٩/ثان)

٢- عامل الحفز فى التفاعلات الإنعكاسية يعمل على : (٠٣/ثان)
(تقليل طاقة تنشيط المتفاعلات – زيادة سرعة التفاعل العكسى – إبطاء سرعة التفاعل العكسى فقط – زيادة سرعة التفاعل الطردى فقط)

مسائل على قاعدة لوشاتلييه

١- فى التفاعل المتزن التالى : $N_{2(g)} + 2H_{2(g)} ===== NH_2NH_{2(g)}$, $\Delta H = (-)$ وضح أثر كل من العوامل التالية على تكوين الهيدرازين :
- تقليل حجم الوعاء . - إضافة عامل حفاز . - إضافة النيتروجين .
- سحب الهيدروجين . - سحب الهيدرازين

٢- فى النظام المتزن التالى : $H_2O_{(g)} + CO_{(g)} ====== H_{2(g)} + CO_{2(g)}$, $\Delta H = 41,1$ K.j وضح كيف يؤثر كل تغير من التغيرات الآتية على تركيز الهيدروجين :
- إضافة المزيد من بخار الماء . - إضافة المزيد من غاز أول أكسيد الكربون
- رفع درجة الحرارة . - إضافة عامل حفاز . - تقليل حجم الوعاء .

٣- فى التفاعل المتزن التالى : $FeCl_3 + 3NH_4SCN \rightleftharpoons Fe(SCN)_3 + 3NH_4Cl$ ما هى التغيرات التى تحدث على شدة اللون الأحمر عند :
- إضافة مزيداً من كلوريد الأمونيوم . - إضافة مزيداً من كلوريد الحديد III .

٤- فى التفاعل المتزن التالى : $N_{2(g)} + 3H_{2(g)} \rightleftharpoons 2NH_{3(g)}$, $\Delta H = (-)$ ما هى أنسب الظروف للحصول على أكبر كمية من غاز النشادر .

٥- فى التفاعل المتزن التالى : $C_2H_5OH + CH_3COOH \rightleftharpoons CH_3COOC_2H_5 + H_2O$ ماذا يحدث عند :
- إضافة كمية من الماء إلى المخلوط . - إضافة كمية من حمض الكبريتيك المركز إلى المخلوط .
- إضافة مزيداً من الكحول الإيثيلى .

٦- فى التفاعلين التاليين : $H_{2(g)} + I_{2(g)} \rightleftharpoons 2HI_{(g)}$ $2NO_{(g)} + O_{2(g)} \rightleftharpoons 2NO_{2(g)}$
لماذا يتأثر وضع الإتزان بتغير حجم الوعاء فى التفاعل الأول و لا يتأثر فى التفاعل الثانى .

٧- فى التفاعل المتزن التالى : $CH_3COOH + H_2O \rightleftharpoons CH_3COO^- + H_3O^+$ وضح مع التفسير كيف تؤثر التغيرات التالية على تركيز أيون الاسيتات : - إضافة كمية من الماء إلى المخلوط .
- إضافة قطرات من حمض الهيدروكلوريك . - إضافة قطرات من محلول هيدروكسيد الصوديوم .

٨- فى التفاعل الآتى : $HCN + H_2O ====== CN^- + H_3O^+$ وضح كيف تؤثر التغيرات التالية على تركيز أيون السيانيد :

- إضافة قطرات من حمض الهيدروكلوريك . - إضافة قطرات من محلول هيدروكسيد الصوديوم .

٩- وضح أثر التغير فى الضغط و درجة الحرارة فى زيادة معدل تكوين غاز النشادر طبقاً للمعادلة :

$$N_{2(g)} + 3H_{2(g)} \rightleftharpoons NH_3 \ , \ \Delta H = (-) = -92 \ KJ$$

١٠- فى التفاعل المتزن التالى وضح أثر التغير فى الضغط و درجة الحرارة على زيادة معدل تكوين غاز النيتروجين :

$$H_2N\text{-}NH_{2(g)} \rightleftharpoons N_{2(g)} + 2H_{2(g)} \quad , \Delta H = -$$

١١- فى التفاعل المتزن التالى : $N_{2(g)} + O_{2(g)} \rightleftharpoons 2NO_{(g)} - energy$ ما أثر التغير فى درجة الحرارة و الضغط و تركيز المواد المتفاعلة على كمية أكسيد النيتريك المتكون .

١٢- فى النظام المتزن التالى : $H_{2(g)} + CO_{2(g)} \rightleftharpoons H_2O_{(g)} + CO_{(g)} \ , \ \Delta H = 41,1 \ KJ$

كيف يؤثر كل تغير من التغيرات الآتية على تركيز غاز الهيدروجين :

- إضافة المزيد من ثانى أكسيد الكربون . - زيادة درجة الحرارة .

١٣- فى الإتزان الكيميائى الآتى : $FeCl_3 + 3NH_4SCN \rightleftharpoons Fe(SCN)_3 + 3NH_4Cl$

وضح تأثير زيادة تركيز كلوريد الحديد (III) على لون المحلول .

١٤- فى النظام المتزن الآتى : $\frac{1}{2} N_{2(g)} + \frac{1}{2} O_{2(g)} \rightleftharpoons NO_{(g)} \ , \ \Delta H = +$ ما هى العوامل التى تساعد على زيادة أكسيد النيتريك .

١٥- فى التفاعل المتزن التالى : $SO_{3(g)} \rightleftharpoons SO_{2(g)} + \frac{1}{2} O_{2(g)} \ , \ \Delta H = +$ بين أثر كلاً من العوامل الآتية فى تغير اتجاه التفاعل :

- زيادة الضغط . - رفع درجة الحرارة .

١٦- فى التفاعل : $PCl_{5(g)} \rightleftharpoons PCl_{3(g)} + Cl_{2(g)}$

ما عدد مولات الغاز المتفاعلة ؟

أى من طرفى المعادلة (النواتج أم المتفاعلات) سوف يزداد بزيادة الضغط ؟



- اخترمن القسم (ب) العوامل التى تعمل على زيادة تكوين نواتج الأنظمة المتزنة فى القسم (أ) :

القسم (أ)	القسم (ب)
$2SO_{3(g)} ==== 2SO_{2(g)} + O_{2(g)}$ - طاقة	- بالتسخين فقط .
$2NO_{2(g)} ==== N_2O_{4(g)}$ + طاقة	- بالتسخين و زيادة الضغط .
$N_{2(g)} + 2H_{2(g)} ==== N_2H_{4(g)}$ – طاقه	- بالتسخين و تقليل الضغط .
$H_{2(g)} + Cl_{2(g)} ===== 2HCl_{(g)}$ + طاقة	- بالتبريد فقط .
$H_{2(g)} + CO_{2(g)} == H_2O_{(g)} + CO_{(g)}$ - طاقة	- بالتبريد و زيادة الضغط .
	- بالتبريد و تقليل الضغط .

أسئلة متنوعة

- ماذا يقصد بكل من : ١- قاعدة لوشاتيليه . ٢- العوامل الحفازة .

- وضح دور : العوامل الحفازة فى الصناعة – الضوء كأحد العوامل التى تؤثر على معدل التفاعل الكيميائى .

- وضح بالتجارب العملية كل مما يأتى : تأثير درجة الحرارة على سرعة تفاعل كيميائى متزن .

تطبيقـات قانـون فعـل الكتلـة علـى حـالات الإتـزان الأيونـى

أولاً : المحاليل الإلكتروليتية

* تنقسم المحاليل من حيث قدرتها على التوصيل الكهربى إلى :

(١) **المحاليل اللاإلكتروليتية** : هى محاليل لمواد لا تتفكك أيونياً عند ذوبانها فى الماء .

(٢) **المحاليل الإلكتروليتية** : هى محاليل لمواد تتفكك أيونياً عند ذوبانها فى الماء .

و تنقسم إلى



الإلكتروليتات القوية

- هى إلكتروليتات لمواد تامة التأين .
- كل جزيئاتها تتأين .
- محاليل هذه المواد جيدة التوصيل للكهرباء .

مثل : محاليل الأملاح $NaCl - K_2SO_4$.
محاليل القلويات القوية **مثل** : $NaOH - KOH$.
محاليل الأحماض المعدنية القوية **مثل** : $HCl - H_2SO_4 - HNO_3$.

الإلكتروليتات الضعيفة

- هى إلكتروليتات لمواد غير تامة التأين .
- بعض جزيئاتها يتأين و البعض الآخر لا يتأين .
- محاليل هذه المواد ضعيفة التوصيل للكهرباء و تزداد درجة توصيلها الكهربى بزيادة التخفيف .

مثل : محاليل الأحماض العضوية كحمض الخليك CH_3COOH – محاليل القلويات الضعيفة مثل هيدروكسيد الأمونيوم **مثل** : NH_4OH .

☒ **المركبات الأيونية** :
- مواد صلبة **متأينة** تماماً .
- عند إذابتها فى الماء **تتفكك** إلى أيونات موجبة و أيونات سالبة .
- محاليل هذه المواد جيدة التوصيل للكهرباء .

☒ **المركبات التساهمية** :
- ترتبط ذراتها بروابط تساهمية .
- عند إذابتها فى الماء **تتأين** إلى أيونات موجبة و أيونات سالبة بدرجات متفاوتة .



تجربة لإختبار التوصيل الكهربى لحمض الخليك النقى و غاز كلوريد الهيدروجين الجاف فى الحالات الآتية :

☒ **كون دائرة كهربية كما بالشكل :**

(١) ذوبان كل منهما على حدة فى لتر من البنزين :
⇦ **المشاهدة** : كل منهما لا يوصل التيار الكهربى .
⇦ **التفسير** : لا يوجد أيونات فى الحالتين توصل التيار .

(٢) ذوبان 0,1 مول من كل منهما فى لتر من الماء على حدة :
⇦ **المشاهدة** : كلا المحلولين يوصل التيار الكهربى و يضئ المصباح **بشدة** فى حالة محلول غاز كلوريد الهيدروجين (حمض الهيدروكلوريك) و يضئ إضاءة **ضعيفة** فى حالة محلول حمض الخليك .
⇦ **التفسير** : تأين غاز كلوريد الهيدروجين فى الماء تأين **تام** (إلكتروليت **قوى**) بينما تأين حمض الخليك فى الماء تأين **غير تام** (إلكتروليت **ضعيف**) .

(٣) تخفيف كلاً من المحلولين إلى 0,01 مولارى ثم إلى 0,001 مولارى :

⇦ **المشاهدة** : **لا يتأثر** توصيل حمض الهيدروكلوريك بالتخفيف بينما **يتأثر** توصيل حمض الخليك .

⇦ **التفسير** : **تزداد** درجة تأين الإلكتروليتات الضعيفة **فقط** بزيادة التخفيف .

☒ **من التجاب السابقة نستنتج :**

⇦ بعض المركبات **التساهمية** تكون **تامة** التأين مثل غاز كلوريد الهيدروجين HCl لذلك لا تتأثر الإضاءة بزيادة التخفيف :

$$HCl \longrightarrow H^+ + Cl^-$$

⇦ بعض المركبات **التساهمية** يكون **ضعيف** التأين مثل حمض الخليك CH_3COOH فيكون تأينه محدود جداً لذلك تزداد شدة الإضاءة بزيادة التخفيف وهذا يدل على وجود جزيئات غير متأينة تتأين تدريجياً مع زيادة التخفيف .

$$CH_3COOH \rightleftharpoons CH_3COO^- + H^+$$

⇦ **علل : لا تتأثر درجة توصيل كلوريد الهيدروجين بالتخفيف .**

⇦ **علل : تزداد درجة توصيل حمض الخليك بزيادة التخفيف .**

⇦ **علل : محلول حمض الخليك و كلوريد الهيدروجين فى البنزين لا يوصل التيار بينما فى الماء يوصل التيار الكهربى .**

أيون الهيدرونيوم (البروتون المماه) H_3O^+

الأيون الناتج من إتحاد أيون الهيدروجين الموجب الناتج من تأين الأحماض فى محاليلها المائية مع جزئ الماء

⇦ **علل : لا يتواجد أيون الهيدروجين (البروتون) الناتج من تأين الأحماض فى محاليلها المائية منفرداً .**

لأنه ينجذب إلى زوج الإلكترونات الحُر الموجود على ذرة أكسجين أحد جزيئات الماء و يرتبط مع جزئ الماء برابطة تناسقية .

$$H^+ + H_2O \longrightarrow H_3O^+$$

مقارنة بين تأين حمض الهيدروكلوريك و حمض الأسيتيك فى الماء

حمض الهيدروكلوريك	حمض الأسيتيك
$HCl \longrightarrow H^+ + Cl^-$	$CH_3COOH \rightleftharpoons CH_3COO^- + H^+$
$H^+ + H_2O \longrightarrow H_3O^+$	$H^+ + H_2O \longrightarrow H_3O^+$
$HCl + H_2O \longrightarrow H_3O^+ + Cl^-$	$CH_3COOH + H_2O \rightleftharpoons CH_3COO^- + H^+$

لذلك نستنتج مما سبق :

التأين : **هى عملية تحول جزيئات غير متأينة إلى أيونات .**

التأين التام : **يحدث فى الإلكتروليتات القوية و فيه تتحول كل الجزيئات الغير متأينة إلى أيونات .**

التأين الضعيف : **يحدث فى الإلكتروليتات الضعيفة و فيه يتحول جزء ضئيل من الجزيئات الغير متأينة إلى أيونات .**

☒ فى محاليل الإلكتروليتات الضعيفة يوجد فى المحلول بإستمرار حالتان متعاكستان هما تفكك الجزيئات إلى أيونات و إتحاد الأيونات لتكوين جزيئات وذلك طبقا للمعادلة التالية :

$$AB \rightleftharpoons A^+ + B^-$$

إلكتروليت ضعيف ــ أيونات مفككة

فتنشأ حالة إتزان بين الجزيئات غير المتفككة و الأيونات و يسمى هذا الإتزان بالإتزان الأيونى .



الإتزان الأيوني : نوع من الإتزان ينشأ فى محاليل الإلكتروليتات الضعيفة بين جزيئاتها و بين الأيونات الناتجة .

⇦ **علل : لا يمكن تطبيق قانون فعل الكتلة على محاليل الإلكتروليتات القوية .**

لأن محاليل الإلكتروليتات **القوية** لا تحتوى على جزيئات غير متفككة فهى تامة التأين .

⇦ **علل : يمكن تطبيق قانون فعل الكتلة على محاليل الإلكتروليتات الضعيفة فقط .**

س : قارن بين الإتزان الكيميائى و الإتزان الأيونى ؟

الإتزان الكيميائى : نظام ديناميكى يحدث عندما يتساوى معدل التفاعل الطردى مع معدل التفاعل العكسى و تثبت تركيزات المتفاعلات و النواتج . و يظل الإتزان قائماً طالماً كانت جميع المواد المتفاعلة والناتجة موجودة فى حيز التفاعل (لم يتصاعد غاز أو يتكون راسب) و ما دامت ظروف التفاعل مثل درجة الحرارة أو الضغط ثابتة .

الإتزان الأيونى : هو اتزان ينشأ فى محاليل الإلكتروليتات الضعيفة بين جزيئاتها و بين الأيونات الناتجة .



قانــــون استفالــــد للتخفيف

قام استفالد عام ١٨٨٨م بإيجاد العلاقة بين درجة التفكك (α) و التركيز (C) بالمول/لتر لمحاليل الإلكتروليتات الضعيفة .

إثبات قانون استفالد :

✳ نفرض أن لدينا حمض ضعيف أحادي البروتون HA عند إذابته فى حجم V لتر من الماء يتفكك عدد من جزيئاته تبعاً للمعادلة :

$$HA \rightleftharpoons H^+ + A^-$$

✳ وعند الإتزان كان عدد المولات المفككة (α) مول فيكون عدد المولات الغير مفككة ($1-\alpha$) مول .

	HA	$\rightleftharpoons$	H^+	+	A^-
عدد المولات	$1-\alpha$		α		α
التركيز	$\left[\frac{1-\alpha}{V}\right]$		$\left[\frac{\alpha}{V}\right]$		$\left[\frac{\alpha}{V}\right]$

✳ بتطبيق قانون فعل الكتلة على هذا التفاعل المتزن لحساب ثابت الإتزان K_a :

$$K_a = \frac{[H^+][A^-]}{[HA]} = \frac{\left[\frac{\alpha}{V}\right]\left[\frac{\alpha}{V}\right]}{\left[\frac{1-\alpha}{V}\right]} = \frac{\alpha^2}{V(1-\alpha)}$$

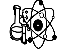
و تعرف هذه العلاقة بـ : **قانون أستفالد للتخفيف** وهو يبين العلاقة الكمية بين درجة التأين (α) و درجة التخيف و يتضح منها : " **عند ثبوت درجة الحرارة فإن درجة التأين (α) تزداد بزيادة التخفيف** " **(لتظل قيمة K_a ثابتة)**

✳ فى حالة الإلكتروليتات الضعيفة فإن درجة التأين (α) تكون صغيرة جداً بحيث يمكن إهمالها .. و تصبح قيمة ($1-\alpha$) تساوى **واحد صحيح** و تصبح العلاقة : $K_a = \frac{\alpha^2}{V}$

✳ لكن تركيز الحمض الضعيف (C) = $\frac{1}{V}$ فإن الصيغة النهائية لقانون إستفالد هى : $K_a = \alpha^2 . C$

" أى كلما زاد التخفيف (قل التركيز C) زادت درجة التفكك α .. و العكس صحيح "

$$\text{درجة التفكك} = \frac{\text{عدد المولات المتفككة}}{\text{المولات الكلية قبل التفكك}}$$





أمثلة على قانون أستفالد للتخفيف

مثال : حمض ضعيف درجة تفككه ٠,٠١ و تركيزه ٠,٢ مول/لتر احسب ثابت التأين K_a له .

الحـــل :

.... 2×10^{-5}

مثال : محلول حمض ضعيف CH_3COOH درجة تفككه ٠,٠١ يحتوى على 1,2جم منه مذابة فى 100 مل احسب ثابت تأينه K_a .

الحـــل :

.... 2×10^{-5}

مثال : احسب درجة التفكك فى محلول ٠,١ مولر من حمض هيدروسيانيك HCN عند ٢٥°م علماً بأن ثابت الإتزان للحمض K_a = ٧,٢ × ١٠^-١٠ .

الحـــل :

.... $8,5 \times 10^{-5}$

مثال : حمض عضوى ضعيف أحادى البروتون نسبة تفككه ٣ % فى محلول تركيزه ٠,٢ مولر إحسب K_a له .

الحـــل :

.... 0,00018

مثال : حمض ضعيف أحادى البروتون درجة تفككه ٠,٠٠٨ فى محلول تركيزه ٠,٠١٥ مول / لتر إحسب درجة تفكك هذا الحمض فى محلول تركيزه ٠,١ مول / لتر . و ماذا نستنتج من النتائج .

.... 0,0031

نستنتج أن درجة التفكك α تقل بزيادة التركيز و بمعنى آخر تزداد درجة التفكك α بزيادة التخفيف

تتناسب قوة الحمض تناسبا طرديا مع ثابت تأينه (K_a) فكلما زادت قمية ثابت التأين زادت قوة الحمض و العكس .

اللهمَّ إني أسألك يا فارج الهم ، يا كاشف الغم، يا مجيب دعوة المضطرين ، يا رحمن الدنيا ، يا رحيم الآخرة ، أرحمني برحمتك اللهمَّ لكَ أسلمتُ ، و بكَ آمنتُ ، و عليكَ توكلتُ، و بكَ خاصمتُ و إليكَ حاكمتُ ، فاغفر لي ما قدمتُ و ما أخرتُ ، و ما أسررتُ و ما أعلنتُ ، و أنتَ المقدم و أنتَ المؤخر لا إله إلا أنت الأول و الأخر و الظاهر و الباطن ، عليكَ توكلتُ ، و أنتَ رب العرش العظيم اللهمَّ آتِ نفسى تقواها ، و زكها يا خير من زكاها ، أنت وليها و مولاها يا رب العالمين .




حســاب تركيــز أيــون الهيدرونيــوم للأحمــاض الضعيفــة

الأحماض الضعيفة : **هى أحماض تتفكك جزئياً فى المحلول المائى** . **(أو : هى أحماض تتميز بصغر ثابت تأينها)**

✳ عندما يتفكك حمض ضعيف مثل حمض الخليك تركيزه C_a فى الماء حسب المعادلة :

$$CH_3COOH + H_2O \rightleftharpoons CH_3COO^- + H_3O^+$$

و بتطبيق قانون فعل الكتلة لحساب ثابت التأين K_a فإن :
$$K_a = \frac{[CH_3COO^-][H_3O^+]}{[CH_3COOH]}$$

من المعادلة السابقة ∵ عدد أيونات H_3O^+ = عدد أيونات CH_3COO^- **(لأن الحمض أحادى البروتون)**

∴ تركيزهما يكون متساو أى $[CH_3COO^-] = [H_3O^+]$

وبذلك فإن قيمة ثابت التأين :
$$K_a = \frac{[H_3O^+]^2}{[CH_3COO^-]}$$

∵ الحمض ضعيف (ثابت تأين الحمض K_a **صغير جداً**) فإن مقدار ما يتفكك منه α **ضئيل جداً** يمكن إهماله

∴ تركيز الحمض المتبقى عند الإتزان $[CH_3COOH]$ = تركيز الحمض الأصلى C_a

$$K_a = \frac{[H_3O^+]^2}{C} \Longrightarrow \therefore [H_3O^+] = \sqrt{K_a \cdot C_a}$$

حســاب تركيــز أيــون الهيدروكسيــل للقواعــد الضعيفــة

القاعدة الضعيفة : **هى قاعدة تتفكك جزئياً فى المحلول المائى** .

يمكن حساب تركيز أيون الهيدروكسيل للقواعد الضعيفة مثل حسابنا لتركيز أيون الهيدرونيوم للأحماض الضعيفة سابقاً

✳ عندما تذوب قاعدة ضعيفة مثل النشادر فى الماء مكونة محلول تركيزه C_b منها حسب المعادلة :

$$NH_3 + H_2O \rightleftharpoons NH_4^+ + OH^-$$

و بتطبيق قانون فعل الكتلة لحساب ثابت التأين K_b فإن :
$$K_b = \frac{[NH_4^+][OH^-]}{[NH_3]}$$

من المعادلة السابقة ∵ عدد أيونات OH^- = عدد أيونات NH_4^+ **(لأن القاعدة أحادية الهيدروكسيل)**

∴ تركيزهما يكون متساو أى $[NH_4^+] = [OH^-]$

وبذلك فإن قيمة ثابت التأين :
$$K_a = \frac{[OH^-]^2}{[NH_3]}$$

∵ القاعدة ضعيفة (ثابت تأين النشادر K_b **صغير جداً**) فإن مقدار ما يتفكك منها **ضئيل جداً** يمكن إهماله

∴ تركيز القاعدة المتبقيةعند الإتزان $[NH_3]$ = تركيز القاعدة الأصلية C_b

$$K_b = \frac{[OH^-]^2}{C} \Longrightarrow \therefore [OH^-] = \sqrt{K_b \cdot C_b}$$

معلومة هامة

لحساب تركيز أيون الهيدروجين فى الأحماض القوية

تركيز الحمض × قاعدية الحمض (عدد H^+)

و بالمثل فى القواعد القوية

معلومة إضافية

$[H_3O^+] = \alpha . C$

معلومة إضافية

$[OH^-] = \alpha . C$

مثال : احسب تركيز أيونات الهيدروجين فى محلول ٠,١ مولارى من حمض هيدروسيانيك HCN عند ٢٥°م علماً بأن ثابت الإتزان K_a له ٧,٢ × ١٠^-١٠

الحـــل :

.... | 8,5 x 10^{-6} مولر |

مثال : حمض ضعيف درجة تفككه ٠,٠١ و تركيزه ٠,٢ مول/لتر احسب تركيز أيونات الهيدروجين له .

الحـــل :

.... | 2 x 10^{-3} |

مثال : أحسب ثابت تأين K_b لقلوى ضعيف أحادى الهيدروكسيل تركيزه ٠,١ مولر و تركيز أيونات الهيدروكسيل فيه [OH^-] يساوى ١,٣٤ × ١٠ ^-٣ مول / لتر .

الحـــل :

.... | 1,8 x 10^{-5} |

مثال : احسب تركيز أيونات الهيدروجين فى محلول ٠,٠٠١ مولر من حمض الكبريتيك التام التأين عند ٢٥°م .

الحـــل :

.... | 2 x 10^{-3} |

ثانياً : تأين الماء

الماء النقى إلكتروليت ضعيف يوصل التيار الكهربى توصيلاً ضعيفاً ... و يعبر عن تأينه كالتالى :

$$H_2O \rightleftharpoons H^+ + OH^-$$

$$H^+ + H_2O \rightleftharpoons H_3O^+$$

$$2H_2O \rightleftharpoons H_3O^+ + OH^-$$

و للتبسيط تكتب المعادلة هكذا : $H_2O \rightleftharpoons H^+ + OH^-$

و بتطبيق قانون فعل الكتلة لحساب ثابت الإتزان له كما يلى : $K_c = \frac{[H^+][OH^-]}{[H_2O]} = 10^{-14}$

∵ مقدار ما يتأين من الماء **لا يذكر** كما يتضح من قيمة ثابت الإتزان و هى 10^{-14} .

∴ تركيز الماء غير المتأين [H_2O] يعتبر مقدار ثابت و لذلك يمكن إهمال تركيز الماء غير المتأين :

$$K_W = [H^+] [OH^-] = 10^{-14}$$

وحيث أن الماء متعادل التأثير على عباد الشمس

∴ **تركيز أيون الهيدروجين** المسئول عن الحموضة = **تركيز أيون الهيدروكسيل** المسئول عن القلوية = 10^{-7}

الحاصل الأيونى للماء : K_W

هو حاصل ضرب تركيزى أيون الهيدروجين و أيون الهيدروكسيل الناتجين من تأين الماء .



- الحاصل الأيونى للماء مقدار ثابت **يساوى دائماً** : ١× ١٠^-١٤ مول/ لتر .
- إذا زاد تركيز أيون الهيدروجين قل تركيز أيون الهيدروكسيل بنفس المقدار .
- يمكن معرفة تركيز أحد الأيونين إذا أمكن معرفة تركيز الآخر .

<u>الأس (الرقم) الهيدروجيني</u> P_H : **هو اللوغاريتم السالب (للأساس ١٠) لتركيز أيون الهيدروجين .**

أو : **أسلوب للتعبير عن درجة الحموضة أو القاعدية للمحاليل المائية .**

أى أن : P_H = - لو $[H^+]$ $\qquad\qquad$ $P_H = -\log [H_3O^+]$

∵ $K_w = [H^+][OH^-] = 10^{-14}$ و بأخذ اللوغاريتم السالب لهذه المعادلة :

∴ - لو K_w = - لو $[H^+]$ – لو $[OH^-]$ = - لو $١٠^{-١٤}$ **و** بإستبدال القيمة (– لو) بالحرف p فإن المعادلة تصبح :

$PK_w = P_H + P_{OH} =$ ١٤

$$P_H + P_{OH} = 14$$



- إذا كانت قيمة P_H للمحلول **أقل** من 7 يكون المحلول **حمضى** .
- إذا كانت قيمة P_H للمحلول **تساوى** 7 يكون المحلول **متعادل** .
- إذا كانت قيمة P_H للمحلول **أكبر** من 7 يكون المحلول **قلوى** .

14	13	12	11	10	9	8	(7)	6	5	4	3	2	1	0

← **تزداد القاعدية** $\qquad\qquad$ **تزداد الحامضية** →

<u>مثال</u> : قاعدة ضعيفة تركيزها ٠,١ مولارى و ثابت تأين القاعدة K_b = ١,٦×١٠$^{-٤}$ أوجد :

١- تركيز أيون الهيدروكسيل فى المحلول . $\qquad$ ٢- الرقم الهيدروكسيلى P_{OH} للمحلول .

٣- درجة تأين القاعدة . $\qquad$ ٤- الرقم الهيدروجينى P_H للمحلول .

<u>الحـــل</u> :

.... 4×10^{-3}

.... 2,39

.... 0,0126

.... 11,60

الحمد لله اللهم ربنا لك الحمد بما خلقتنا و رزقتنا و هديتنا و علمتنا و أنقذتنا و فرجت عنا ، لك الحمد بالايمان و لك الحمد بالإسلام و لك الحمد بالقرآن ولك الحمد بالأهل و المال و المعافاة ، كبت عدونا و بسطت رزقنا و أظهرت أمننا وجمعت فرقتنا و أحسنت معافاتنا و من كل ما سألناك أعطيتنا ، فلك الحمد على ذلك حمداً كثيراً و لك الحمد بكل نعمة أنعمت بها علينا فى قديم و حديث أو سراً و علانية أو حىّ و ميت أو شاهد و غائب حتى ترضى ، و لك الحمد إذا رضيت ، و لك الحمد بعد الرضا ، و صلى اللهم على محمد و على آله وسلم .

التقويم الثالث



السؤال الأول : تخير الإجابة الصحيحة من بين العبارات الآتية :

١- محلول ٠,١ مولر من حمض الهيدروكلوريك تكون قيمة P_H له تساوى :
(٠,١ – 1 – 10 – 13)

٢- محلول ٠,٠١ مولر من هيدروكسيد الصوديوم تكون قيمة PH له تساوى :
(٠,٠١ – 2 – 12 – 14)

٣- تنخفض قيمة P_H للماء المقطر عند يمر فيه غاز :
(غاز الهيدروجين – غاز ثانى أكسيد الكربون – غاز النشادر – الأكسجين) .

٤- ترتفع قيمة P_H للماء المقطر عند يمر فيه غاز :
(غازكلوريد الهيدروجين – غاز ثانى أكسيد الكربون – غاز النشادر – الأكسجين)

٥- محلول تركيز أيون الهيدرونيوم $[H_3O^+]$ له $١٠^{-٥}$ مول/ لتر يكون المحلول :
(حمضى – متعادل – قاعدى – لا توجد إجابة صحيحة)

٦- تركيز أيون الهيدرونيوم $[H_3O^+]$ للماء النقى يساوى :
(7 – 14 – $١٠^{-٧}$ مول/ لتر – $١٠^{-١٤}$ مول / لتر)

٧- إذا كان الرقم الهيدروجينى P_H لعصارة المعدة يساوى 2 فيكون تركيز أيون الهيدروكسيل $[OH^-]$ له يساوى :
(٢ مول / لتر – $١٠^{-٢}$ مول / لتر – $١٠^{-١٢}$ مول / لتر – ١٢ مول/ لتر)

٨- محلول تركيز أيون الهيدروكسيل $[OH^-]$ له يساوى ٠,٠٠١ مولر يكون له تأثير :
(حمضى – قيمة P_H له 3 – تركيز $[H_3O^+]$ له ٠,٠٠١ مولر – لا توجد إجابة صحيحة)

٩- محلول تركيز أيون الهيدروكسيل له يساوى $١٠^{-١٤}$ يكون :
(p_H له 14 – قلوى – تركيز $[H_3O^+]$ له$١٠^{صفر}$ – قيمة p_{OH} له صفر)

١٠- محلول قيمة P_H له 5 يكون :
(تركيز $[OH^-]$ له $١٠^{-٥}$ مولارى – تركيز $[H_3O^+]$ له $١٠^{-٩}$ مولارى – محلوله يحمر الميثيل البرتقالى – محلوله يحمر الفينولفثالين)

١١- تركيز أيون الهيدرونيوم للماء النقى يساوى :
(٧ – $١٠^{-٧}$ – $١٠^{-١٤}$ – ١٤)

١٢- محلول قيمة P_{OH} له 4 فيكون تأثيره على محلول عباد الشمس :
(حمضى – قلوى – متعادل – لايؤثر)

١٣- كلما زاد تخفيف الحمض بالماء زادت درجة توصيله للتيار الكهربى ما عدا حمض :
(حمض الهيدروكلوريك – حمض الأسيتيك – حمض الكربونيك – حمض الهيدروسيانيك)

١٤- يمكن تطبيق قانون فعل الكتلة على محلول حمض :
(حمض النيتروز – حمض الكبريتيك – حمض الهيدروكلوريك – حمض النيتريك)

١٥- يكون المحلول حمضياً عندما تكون قيمة الأس الهيدروجينى له :
(7 – أقل من 7 – أكبر من 7 – 14)

١٦- الإتزان الذى ينشأ فى محاليل الإلكتروليتات الضعيفة بين جزيئاتها و بين الأيونات الناتجة يسمى إتزان :
(التساهمى – الديناميكى – الأيونى – الهيدروكسيلى) (٠٢/ثان)

السؤال الثاني : أكتب المصطلح العلمى الذى يدل علي العبارات التالية :

١- التأين الحادث فى محاليل الإلكتروليتات الضعيفة حيث يتحول جزء ضئيل من الجزيئات غير المتأينة لأيونات ٠
٢- تأين يحدث فى محاليل الإلكترونيات القوية و فيه تتحول كل الجزئيات غير متأينة إلى أيونات ٠
٣- أسلوب للتعبير عن الحموضة أو القاعدية للمحاليل المائية بأرقام متسلسلة موجبة ٠
٤- الإتزان الناشئ بين الجزيئات غير المتأينة و الأيونات الناتجة عنها فى محاليل الإلكتروليتات الضعيفة ٠
٥- اللوغاريتم السالب للأساس ١٠ لتركيز أيون الهيدروجين ٠
٦- حاصل ضرب تركيزي أيون الهيدروجين الموجب $[H^+]$ و أيون الهيدروكسيل السالب $[OH^-]$ الناتجين عن تأين الماء وهو يساوى 10^{-14} مول / لتر .
٧- البروتون المماه ٠
٨- العلاقة التى تربط بين درجة تفكك الإلكتروليت و تركيزه ٠
٩- كلما زاد التخفيف (قل التركيز) زادت درجة التفكك و العكس صحيح .
١٠- القواعد التى تتفكك جزئياً فى الماء ٠
١١- الأحماض التى تتميز بصغر ثابت تأينها ٠
١٢- مواد درجة تأينها فى الماء ١٠٠% ٠
١٣- مواد أيونية توصل التيار الكهربى سواء كانت فى صورة مصهور أو محلول ٠

السؤال الثالث : اكتب التفسير العلمى

١- محلول كلوريد الهيدروجين فى البنزين غير موصل للتيار الكهربى بينما محلوله فى الماء موصل للكهرباء .
٢- يزداد توصيل محلول حمض الخليك للكهرباء عند التخفيف بالماء بعكس محلول حمض الهيدروكلوريك لا يتغير توصيله عند التخفيف .
٣- لا يطبق قانون فعل الكتلة على محاليل الالكتروليتات القوية .
٤- يطبق قانون فعل الكتلة على محاليل الالكتروليتات الضعيفة **فقط** .
٥- لا يوجد أيون الهيدروجين منفرداً فى محاليل الأحماض المائية .
٦- الماء متعادل التأثير على عباد الشمس .
٧- قيمة الرقم أو الأس الهيدروجين P_H للماء النقى = 7 .
٨- يستدل على قوة الأحماض من قيمة ثابت تأينها .
٩- الحاصل الأيونى للماء $K_W = [10^{-7}][10^{-7}] = 10^{-14}$. (٠٦/ثان)
١٠- لا يوجد أيون الهيدروجين (البروتون) الناتج من تأين الأحماض فى محليلها المائية منفرداً .

أسئلة متنوعة

- **ما المقصود** بالإتزان الأيونى .

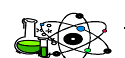
- **أكمل ما يأتى :**

يكون المحلول ...... عندما تكون قيمة الأس الهيدروجينى له أقل من 7 ويكون المحلول ...... عندما تكون قيمة الأس الهيدروجينى له أكبر من 7 .

- **وضح بالتجارب العملية كل مما يأتى :**

تزداد درجة التأين بزيادة التخفيف .

- **اكتب معادلة الإتزان** التى تعبر عن تاين الماء ، ما نوع إتزان الماء ؟




مسائل على قانون أستفالد

١- إذا علمت أن ثابت التأين K_a لحمض الهيدروسيانيك 10^{-6} إحسب درجة تفككه فى الحالات الآتية :
- فى محلول تركيزه ٠,٠١ مولارى .
- فى محلول تركيزه ٠,٠٠٠١ مولارى و ماذا تستنتج .

٢- حمض ضعيف أحادى البروتون درجة تفككه 2 % فى محلول حجمه ١٠٠ مل يحتوى على ٠,٠١ مول من هذا الحمض إحسب ثابت تأين الحمض .

مسائل تركيز أيون الهيدرونيوم و تركيز أيون الهيدروكسيل

١- إحسب تركيز أيون الهيدروجين فى محلول ٠,١ مولارى من حمض الخليك عند ٢٥ ° م علماً بأن ثابت الإتزان لهذا الحمض هو 1.8×10^{-5} .

٢- إحسب تركيز أيون الهيدروكسيل لمحلول قلوى ضعيف تركيزه ٠,٠٠٤ مول / لتر إذا كانت $K_b = 2.5 \times 10^{-4}$.

٣- إحسب تركيز أيون الهيدرونيوم لمحلول حمض ضعيف تركيزه ٠,٠٢ مول / لتر إذا كانت $K_a = 4 \times 10^{-10}$.

٤- إحسب K_b لمحلول هيدروكسيد الأمونيوم إذا كانت درجة تفككه 10^{-3} مول / لتر فى محلول تركيزه ٠,١ مول / لتر

مسائل على قيمة P_H ، P_{OH}

١- محلول تركيزه ٠,٠٢ مول / لتر من هيدروكسيد الأمونيوم K_b له 1.8×10^{-5} إحسب قيمة الأس الهيدروجينى P_H .

٢- محلول حمض الأسيتيك تركيزه 1 مول / لتر و قيمة P_H له 3 إحسب تركيز أيون الهيدرونيوم و ثابت التأين K_a له .

٣- محلول هيدروكسيد الصوديوم تركيزه ٠,٠٠٠١ مول / لتر إحسب الأس الهيدروجينى .

٤- حمض ضعيف HA تركيزه 0,1 مول / لتر و رقمه الهيدروجينى 4 إحسب ثابت التأين K_a له .

٥- محلول تركيزه ٠,١ مول / لتر من حمض الأسيتيك K_a له 1.8×10^{-5} إحسب قيمة P_H .

٦- حمض ضعيف درجة تفككه 2 % و تركيزه 0,2 مول / لتر إحسب قيمة P_H لهذا الحمض .

٧- محلول حمض خليك ثابت تفككه 1.8×10^{-5} و حجمه ٢٥٠ مل يحتوى على ٠,٠٠٥ مول إحسب :
- تركيز أيون الهيدرونيوم .
- قيمة P_H .
- قيمة P_{OH} لهذا المحلول .
- درجة تفككه .

٨- محلول النشادر تركيزه يساوى ٠,٠٠٢ مولارى ثابت الإتزان له 1.8×10^{-5} إحسب :
- درجة تفكك محلول النشادر .
- تركيز أيون الهيدروكسيل .
- قيمة P_{OH} .
- قيمة P_H لهذا المحلول .

٩- محلول حمض الهيدروسيانيك قيمة P_H له 6 و درجة تفككه 1 % إحسب :
- قيمة $[H_3O^+]$ له .
- قيمة $[OH^-]$ له
- قيمة P_{OH} .
- درجة تفكك محلول الحمض .

١٠- إذا علمت أن قيمة الحاصل الأيونى للماء هو 1×10^{-14} عند ٢٥ ° م – **أكمل الجدول التالى :**

م	$[H^+]$	$[OH^-]$	P_H	P_{OH}	نوع المحلول
١	1×10^{-5}	…………	…………	…………	…………
٢	…………	1×10^{-8}	…………	…………	…………
٣	…………	…………	١٤	…………	…………
٥	…………	…………	…………	١٣	…………

ثالثاً : التحلل المائى للأملاح (التميؤ) Hydrolysis

التميؤ : عكس عملية التعادل و هو ذوبان الملح فى الماء لينتج الحمض و القلوى المشتق منهما الملح .

☒ **تعتمد الخاصية الحامضية و القاعدية لمحلول الملح على قوة الحمض و القلوى الناتجين من ذوبان الملح فى الماء :**

الحمض	القلوى	الوسط	P_H	التأثير على عباد الشمس	مثال
قوى	قوى	متعادل	يساوى ٧	لا يؤثر	ملح كلوريد الصوديوم
ضعيف	ضعيف	متعادل	يساوى ٧	لا يؤثر	ملح أسيتات الأمونيوم
قوى	ضعيف	حمض	أقل من ٧	يحمر عباد الشمس	ملح كلوريد الأمونيوم
ضعيف	قوى	قاعدى	أكبر من ٧	يزرق عباد الشمس	ملح كربونات الصوديوم

أمثلة على التحلل المائى (التميؤ)

(١) تميؤ ملح كلوريد الأمونيوم (ملح مشتق من حمض قوى مع قاعدة ضعيفة) :

$NH_4Cl \longrightarrow Cl^- + NH_4^+$

$H_2O \rightleftharpoons H^+ + OH^-$

بالجمع $NH_4Cl + H_2O = H^+ + Cl^- + NH_4OH$

☒ **من المعادلات السابقة نلاحظ ما يأتى :**

١) **لا يتكون** حمض هيدروكلوريك HCl لأنه إلكتروليت **قوى** تام التأين فتظل أيونات H^+ فى المحلول كما هى .

٢) **يتكون** هيدروكسيد الأمونيوم NH_4OH **ضعيف** التأين نتيجة إتحاد أيونات OH^- مع أيونات الأمونيوم NH_4^+ و بذلك **تتناقص** أيونات OH^- من المحلول **فيختل** الإتزان فى معادلة تفكك الماء و **تبعاً لقاعدة لوشاتلييه** :

ليعود الإتزان إلى حالته الأصلية **تتأين** جزيئات جديدة من الماء لتعويض **النقص** فى أيونات OH^- فتتراكم أيونات H^+ فى المحلول فيصبح المحلول **حمضى** " P_H له **أقل** من 7 " **لأن** تركيز أيونات H^+ **أكبر من** تركيز أيونات OH^- .

⇦ **علل : المحلول المائى لملح كلوريد الأمونيوم حمضى التأثير على عباد الشمس .**

✍ لأنه مشتق من حمض **قوى** (حمض هيدروكلوريك) و قلوى **ضعيف** (هيدروكسيد أمونيوم) فعند ذوبانه فى الماء **يتسبب فى زيادة** تركيز أيون **الهيدروجين** عن تركيز أيون **الهيدروكسيل** فيصبح المحلول **حمضى + المعادلات** .

(٢) تميؤ ملح كربونات الصوديوم (ملح مشتق من حمض ضعيف مع قاعدة قوية) :

$Na_2CO_3 \longrightarrow CO_3^{2-} + 2Na^+$

$2H_2O \rightleftharpoons 2H^+ + 2OH^-$

بالجمع $Na_2CO_3 + 2H_2O = H_2CO_3 + 2Na^+ + 2OH^-$

☒ **من المعادلات السابقة نلاحظ ما يأتى :**

١) **لا يتكون** هيدروكسيد صوديوم NaOH لأنه إلكتروليت **قوى** تام التأين فتظل أيونات OH^- فى المحلول كما هى .

٢) **يتكون** حمض الكربونيك H_2CO_3 **ضعيف** التأين نتيجة إتحاد أيونات H^+ مع أيونات الكربونات CO_3^{2-} و بذلك تتناقص أيونات H^+ من المحلول **فيختل** الإتزان فى معادلة تفكك الماء و **تبعاً لقاعدة لوشاتلييه** :

ليعود الإتزان إلى حالته الأصلية **تتأين** جزيئات جديدة من الماء لتعويض **النقص** فى أيونات H^+ فتتراكم أيونات OH^- فى المحلول فيصبح المحلول **قلوى** " P_H له **أكبر** من 7 " **لأن** تركيز أيونات OH^- **أكبر من** تركيز أيونات H^+ .

⇦ **علل : المحلول المائى لملح كربونات الصوديوم يزرق محلول عباد الشمس .**

لأنه مشتق من قلوى **قوى** (هيدروكسيد صوديوم) وحمض **ضعيف** (حمض كربونيك) فعند ذوبانه فى الماء يتسبب فى **زيادة** تركيز أيون **الهيدروكسيد عن** تركيز أيون **الهيدروجين** فيصبح المحلول **قلوى + المعادلات .**

(٣) تميؤ ملح كلوريد الصوديوم (ملح مشتق من حمض قوى مع قاعدة قوية) :

$NaCl \longrightarrow Na^+ + Cl^-$

$H_2O \rightleftharpoons OH^- + H^+$

بالجمع $NaCl + H_2O = Na^+ + OH^- + H^+ + Cl^-$

☒ من المعادلات السابقة نلاحظ ما يأتى :

١) **لا يتكون** حمض الهيدروكلوريك HCl لأنه إلكتروليت **قوى** تام التأين فتظل أيونات H^+ الناتجة من تأين الماء كما هى فى المحلول .

٢) **لا يتكون** هيدروكسيد صوديوم NaOH لأنه إلكتروليت **قوى** تام التأين فتظل أيونات OH^- الناتجة من تأين الماء كما هى فى المحلول .

فيصبح المحلول **متعادل** و يكون " P_H له **=** 7 " لأن تركيز أيونات H^+ و تركيز أيونات OH^- الناتجين من **تأين** الماء يكون **متساو** .

⇦ **علل : المحلول المائى لملح كلوريد الصوديوم متعادل التأثير على محلول عباد الشمس .**

لأنه مشتق من قلوى **قوى** (هيدروكسيد صوديوم) وحمض **قوى** (حمض هيدروكلوريك) فعند ذوبانه فى الماء يظل تركيز أيون **الهيدروكسيد أو** تركيز أيون **الهيدروجين** الناتجين من **تأين** الماء **متساو** فيصبح المحلول **متعادل + المعادلات .**

(٤) تميؤ ملح أسيتات (خلات) الأمونيوم (ملح مشتق من حمض ضعيف مع قلوى ضعيف) :

$CH_3COONH_4 \longrightarrow CH_3COO^- + NH_4^+$

$H_2O \rightleftharpoons H^+ + OH^-$

بالجمع $CH_3COONH_4 + H_2O = CH_3COOH + NH_4OH$

☒ من المعادلات السابقة نلاحظ ما يأتى :

١) **يتكون** حمض الأسيتيك CH_3COOH لأنه إلكتروليت **ضعيف** التأين .

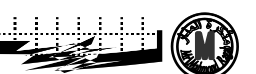
٢) **يتكون** هيدروكسيد الأمونيوم NH_4OH لأنه إلكتروليت **ضعيف** التأين .

فيصبح المحلول **متعادل** و يكون " P_H له **=** 7 " لأن تركيز أيونات H^+ الناتجة من تأين الحمض **الضعيف =** تركيز أيونات OH^- الناتجة من تأين القاعدة **الضعيفة** .

⇦ **علل : المحلول المائى لملح أسيتات الأمونيوم متعادل التأثير على محلول عباد الشمس .**

لأنه مشتق من قلوى **ضعيف** (هيدروكسيد الأمونيوم) وحمض **ضعيف** (حمض أسيتيك) فعند ذوبانه فى الماء **يكون** تركيز أيون **الهيدروكسيد** الناتجة من تأين القاعدة **الضعيفة =** تركيز أيونات **الهيدروجين** الناتجة من تأين الحمض **الضعيف** فيصبح المحلول **متعادل + المعادلات .**

اللهم من اعتز بك فلن يُذل ، و من اهتدى بك فلن يُضل ، و من استكثر بك فلن يُقل ، و من استقوى بك فلن يُضعف ، و من استغنى بك فلن يُفتقر ، و من استنصر بك فلن يُغلب ، و من توكل عليك فلن يُخيب ، و من جعلك ملاذاً فلن يُضيع ، و من اعتصم بك فقد هُدى إلى صراط مستقيم ، اللهم فكن لنا ولياً و نصيرا ، و كن لنا مُعيناً و مجيرا ، إنك كنت بنا بصيرا ....



رابعاً : حاصل الإذابة

لكل ملح صلب حد معين للذوبان فى الماء عند درجة حرارة معينة ، و عند الوصول إلى هذا الحد تصبح المادة المذابة فى حالة إتزان ديناميكية مع المادة غير المذابة و يوصف المحلول حينئذ بالمحلول المشبع و بذلك يمكن **تطبيق قانون فعل الكتلة** على هذه الحالة من الإتزان و يعرف ثابت الإتزان فى هذه الحالة بثابت **حاصل الإذابة** K_{SP} .

درجة الذوبان : **تركيز المحلول المشبع من الملح شحيح الذوبان عند درجة حرارة معينة .**

مثال :

عند إذابة بروميد الرصاص $PbBr_2$ شحيح الذوبان فى الماء : $PbBr_{2(S)} \rightleftharpoons Pb^{2+}_{(aq)} + 2Br^-_{(aq)}$

ثابت الإتزان K_{SP} : $K_{SP} = \frac{[Pb^{2+}][Br^-]^2}{[PbBr_2]}$ و حيث أن تركيز $PbBr_2$ الصلب يظل ثابتاً تقريباً فإن :

$$K_{SP} = [Pb^{2+}][Br^-]^2$$

حاصل الإذابة (K_{Sp}) : **هو حاصل ضرب تركيز أيونات المركب شحيح الذوبان فى الماء مقدرة بالمول/لتر كل مرفوع لأس يساوى عدد مولات الأيونات التى توجد فى حالة إتزان مع محلولها المشبع .**

أمثلة على حاصل الإذابة (K_{SP})

أولاً : يعطى تركيز الأيونين

- **طريقة الحل : نعوض تعويض مباشر .**

مثال : أحسب قيمة حاصل الإذابة لملح كلوريد الرصاص $PbCl_2$ شحيح الذوبان فى الماء إذا كان تركيز أيونات كلاً من Pb^{+2} و Cl^- عند الإتزان هو على الترتيب : ١,٥ × ١٠^-٣^ ، ٢ × ١٠^-٥^ مول / لتر.

الحـــل :

6×10^{-13} ....

ثانياً : يعطى تركيز أحد الأيونين فقط

- **طريقة الحل : نحسب تركيز الأيون الثانى من خلال العلاقة بينهما فى معادلة التفكك .**

مثال : أحسب قيمة حاصل الإذابة لملح كبريتات الباريوم $BaSO_4$ شحيح الذوبان فى الماء إذا كان تركيز أيونات Ba^{+2} عند الإتزان هو ٢ × ١٠^-٥^ مول / لتر .

الحـــل :

$$BaSO_{4\,(s)} \rightleftharpoons Ba^{+2}_{(aq)} + SO_4^{-2}{}_{(aq)}$$

نحسب تركيز الأيون الثانى كالآتى :

SO_4^{-2}	Ba^{+2}	
١	١	
س	٢ × ١٠^-٥^	⟸ س = ٢ × ١٠^-٥^

$$K_{sp} = [Ba^{+2}][SO_4^{-2}]$$

$$K_{sp} = (2 \times 10^{-5})(2 \times 10^{-5}) = 4 \times 10^{-10}$$

مثال : أحسب حاصل الإذابة K_{sp} لملح كرومات الفضة Ag_2CrO_4 شحيح الذوبان فى الماء إذا علمت أن تركيز أيونات الفضة يساوى ٤ ×١٠^-٥ مول / لتر .

الحــل :

.... 2×10^{-3}

✍ **ملاحظات هامة :**

١) **درجة ذوبانية الملح شحيح الذوبان بوحدة مول/لتر هى نفسها تركيز الملح .**

٢) **تركيز الأيون = عدد مولات الأيون من معادلة التفكك × درجة ذوبانية الملح (تركيز الملح بوحدة مول/لتر) .**

٣) **درجة ذوبانية بوحدة مول/لتر = درجة ذوبانية بوحدة جم/لتر ÷ كتلة المول .**

ثالثاً : يعطى درجة الإذابة

- **طريقة الحل : نحسب تركيز كل أيون كالآتى :**

- **تركيز الأيون الموجب = عدد مولاته من معادلة التفكك × درجة الذوبان (تركيز المحلول) .**
- **تركيز الأيون السالب = عدد مولاته من معادلة التفكك × درجة الذوبان (تركيز المحلول) .**

مثال : إحسب حاصل الإذابة K_{sp} لملح كرومات الفضة $Ag_2Cr_2O_7$ إذا علمت أن **درجة ذوبانيته** ٦,٥ ×١٠^-٥ مول/ لتر

الحــل :

$$Ag_2Cr_2O_7 \rightleftharpoons 2Ag^+ + Cr_2O_7^{-2}$$

∵ **أعطى درجة الإذابة (تركيز المحلول)**

∴ **نحسب تركيز كل أيون كالآتى :**

- **تركيز أيون Ag^+ = عدد مولاته × درجة الإذابة = ٢ × ٦,٥ × ١٠^-٥ = ١٣ × ١٠^-٥ مولارى**
- **تركيز أيون $Cr_2O_7^{-2}$ = عدد مولاته × درجة الإذابة = ١ × ٦,٥ × ١٠^-٥ مولارى**

$$K_{sp} = [Ag^+]^2 [Cr_2O_7^{-2}]$$

K_{sp} = (١٣ × ١٠^-٥)^٢ × (٦,٥ × ١٠^-٦)

K_{sp} = ١,٠٩٨٥ × ١٠^-١٣

مثال : احسب **درجة ذوبانية** ملح هيدروكسيد الألومنيوم $Al(OH)_3$ شحيح الذوبان فى الماء إذا كان حاصل الإذابة له K_{SP} = ٢,٧ × ١٠^-٧ مول / لتر .

الحــل :

$$Al(OH)_{3\,(s)} \rightleftharpoons Al^{+3}_{(aq)} + 3OH^-_{(aq)}$$

∵ **المطلوب درجة الذوبانية**

∴ **نفرض أن درجة الذوبانية = س**

- **تركيز أيونات Al^{+3} = ١ × س** & **تركيز أيونات OH^- = ٣ × س**

$$Al(OH)_3 \rightleftharpoons Al^{+3} + 3OH^-$$

$$K_{SP} = [Al^{+3}][OH^-]^3$$

٢,٧ × ١٠^-٧ = [س] × [٣ س]^٣

٢٧ س^٤ = ٢,٧ × ١٠^-٧

(أكمل بنفسك)

التقويم الرابع

السؤال الأول : اختر الإجابة الصحيحة من بين الأقواس فيما يلى :

محلول كلوريد الحديد III يكون .... تأثيره على ورقة عباد الشمس

(حمضى – متعادل – قاعدى – لا توجد إجابة صحيحة)

٢- المحلول القاعدى التأثير على عباد الشمس هو :

(كبريتات الأمونيوم – كلوريد الصوديوم – كربونات البوتاسيوم – كبريتات الصوديوم)

٣- كل المحاليل الآتية حامضية التأثير على عباد الشمس ماعدا :

(كلوريد الأمونيوم – أسيتات الصوديوم – نترات الأمونيوم – حمض الهيدروسيانيك)

٤- قيمة p_{OH} لمحلول كلوريد الحديد III تكون :

(أكبر من 7 – تساوى 7 – أقل من 7 – يساوى 14)

٥- تزرق ورقة عباد الشمس الحمراء عند تميؤ ملح :

(أسيتات الأمونيوم – كلوريد الأمونيوم – كربونات الصوديوم – كربونات الأمونيوم)

٦- كلما زاد تخفيف الحمض بالماء زادت درجة توصيله للتيار الكهربى ما عدا حمض :

(حمض الهيدروكلوريك – حمض الأسيتيك – حمض الكربونيك – حمض الهيدروسيانيك)

٧- يمكن تطبيق قانون فعل الكتلة على محلول حمض :

(حمض النيتروز – حمض الكبرتيك – حمض الهيدروكلوريك – حمض النيتريك)

٨- ناتج تميؤ ملح كربونات الصوديوم فى الماء هو حمض كربونيك و : (٠٣/أول)

(أيونات هيدروجين و أيونات صوديوم – أيونات صوديوم و أيونات هيدروكسيد – هيدروكسيد صوديوم – أيونات كربونات و أيونات صوديوم)

٩- تحمر ورقة عباد الشمس الزرقاء عند تميؤ ملح :

(أسيتات الأمونيوم – كلوريد الأمونيوم – كربونات الصوديوم – كربونات الأمونيوم)

السؤال الثاني : أكتب المصطلح العلمى الذى يدل على العبارات التالية

١- تفاعل أيونات الملح مع الماء مكونة حمض أو قاعدة أحدهما أو كلاهما ضعيف.

٢- هو حاصل ضرب تركيز أيونات المركب الأيونى شحيح الذوبان مقدرة بالمول/ لتر و التى توجد فى حالة إتزان مع محلوله المشبع.

السؤال الثالث : أكمل ما يأتى

١- محلول كلوريد الأمونيوم له تأثير .... على ورقة عباد الشمس بينما محلول كربونات الصوديوم له تأثير ...... على ورقة عباد الشمس و قيمة الرقم الهيدروجينى p_H له ....

٢- محلول أسيتات الأمونيوم .... التأثير على صبغة عباد الشمس بينما محلول كلوريد الأمونيوم .... التأثير على صبغة عباد الشمس

السؤال الرابع : قارن بين:

الإتزان الكيميائى و الإتزان الأيونى .

التفاعل التام و التفاعل الإنعكاسى .

السؤال الخامس : رتب المحاليل الآتية تصاعدياً حسب قيمة P_H لها علماً بأنها متساوية التركيز :

1) $NaOH$ – NH_4Cl – $NaCl$ – HCl – Na_2CO_3

2) $NaOH$ – $FeCl_3$ – Na_2S – H_2O – HCl

السؤال الخامس : علل لما يأتى

١- محلول كربونات الصوديوم قلوى التأثير على عباد الشمس .
٢- محلول كلوريد الأمونيوم فى الماء حمضى التأثير .
٣- محلول أسيتات الأمونيوم متعادلة التأثير على عباد الشمس .
٤- محلول كلوريد الصوديوم متعادل التأثير على عباد الشمس .
٥- محلول كلوريد الحديد III حمضى التأثير على عباد الشمس .
٦- محلول أسيتات الصوديوم قلوى التاثير .
٧- عند إذابة كبريتات حديد II فى الماء يصبح المحلول حمضى التأثير على عباد الشمس .
٨- لا يتكون حمض الهيدروكلوريك و هيدروكسيد الصوديوم عند إذابة ملح الطعام فى الماء .

مسائل على ثابت حاصل الإذابة

١- إذا كان تركيز أيونات الهيدروكسيد $^{-٨}$١٠ مولارى و تركيز أيونات الحديد III $^{-٣}$١٠ مورلاى إحسب حاصل الإذابة لهيدروكسيد الحديد III .

٢- إذا كانت درجة ذوبانية كلوريد الفضة فى الماء ١,١٢ × $^{-٥}$١٠ مول / لتر إحسب ثابت حاصل الإذابة K_{SP} .

٣- إحسب درجة ذوبان كبريتات الباريوم $BaSO_4$ إذا علمت أن حاصل إذابته ١,٦ × $^{-٥}$١٠ .

٤- إذا كانت درجة ذوبانية هيدروكسيد الألومنيوم فى الماء $^{-٦}$١٠ مول / لتر إحسب ثابت حاصل الاذابة K_{SP} .
٥- حمض ضعيف أحادى البروتون شحيح الذوبان فى الماء قيمة P_H له 4 إحسب قيمة K_a له .

٦- مركب قلوى أحادى الهيدروكسيل شحيح الذوبان فى الماء قيمة P_H له 8 إحسب قيمة K_b له .

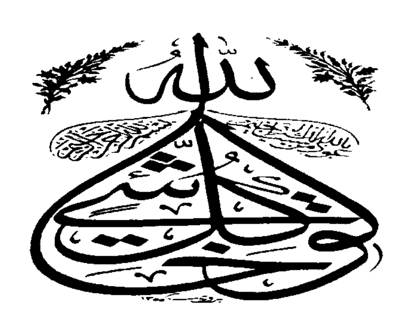
المنار فى الكيمياء للثانوية العامة
Mr.Mahmoud Ragab 0122-5448031

اللّهم من اعتز بك فلن يُذل ، و من اهتدى بك فلن يُضل ، و من استكثر بك فلن يُقل ، و من استقوى بك فلن يُضعف ، و من استغنى بك فلن يُفتقر ، و من استنصر بك فلن يُغلب ، و من توكل عليك فلن يُخيب ، و من جعلك ملاذاً فلن يُضيع ، و من اعتصم بك فقد هُدى إلى صراط مستقيم ، اللّهم فكن لنا ولياً و نصيرا ، و كن لنا مُعيناً و مجيرا ، إنك كنت بنا بصيرا

اللّهم إنى أعوذ بك من الهم و الحزن ، و أعوذ بك من العجز و الكسل ، و أعوذ بك من غلبة الدّين و قهر الرجال ، اللهم إنى أعوذ بك من الفقر إلا إليك و من الذل إلا لك و من الخوف إلا منك ، و أعوذ بك أن أقول زوراً أو أغشى فجوراً أو أكون بك مغروراً ، و أعوذ بك من شماتة الأعداء و عضال الداء و خيبة الرجاء ، اللهم إنى أعوذ بك من شر الخلق و همّ الرزق و سوء الخُلق يا أرحم الراحمين و يا رب العالمين .

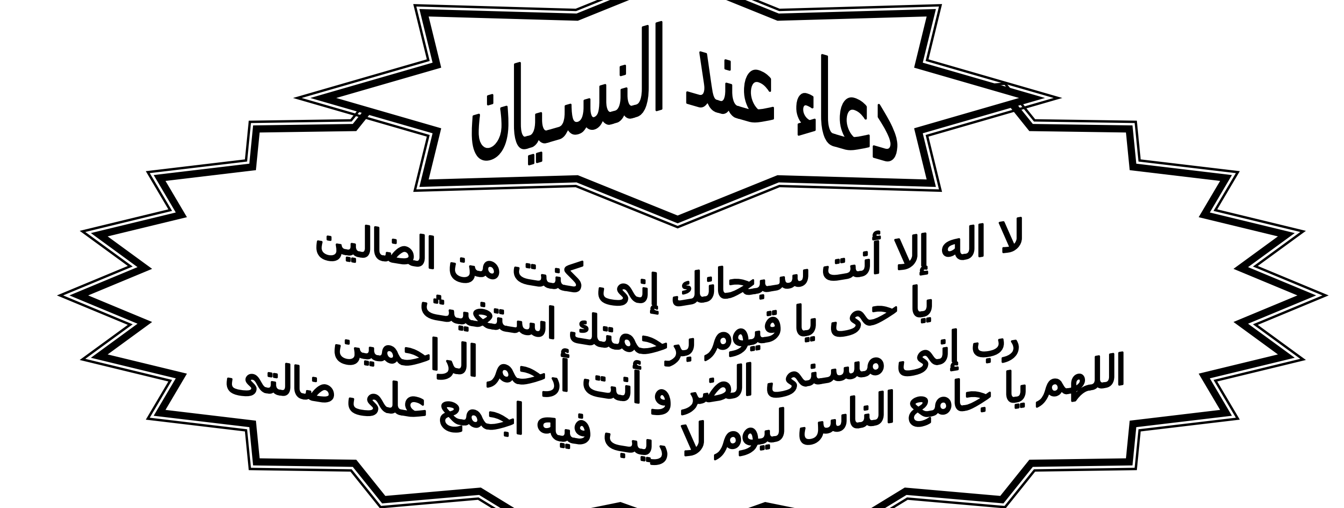






Mr. Mahmoud Ragab 0122-5448031





مذكرة المنار



Mr. Mahmoud Ragab

معلم أول العلوم

مدرسة آل السعيد الثانوية

شبرا صورة

المشرف العام على مادة الكيمياء بموقع الثانوية العامة الجديدة

اسم الطالب

....

مقدمة

مرحباً بك عزيزى طالب الصف الثالث الثانوى و تهنئة من القلب على إجتيازك الصف الثانى الثانوى بنجاح و نتمنى لك كل التوفيق فى هذا العام الجديد .

مذكرة المنار مع أطيب أمنياتى بالنجاح و التوفيق .

أهم أسباب التفوق فى الشهادة الثانوية (إن شاء الله)

❶ التقـوى : يجـب علـى الطالـب أن يتـق الله عـزو جـل فـى أفعالـه و أقوالـه حتـى يحصـل علـى العلـم عمـلا بقولـه تعالي " و اتقوا الله و يعلمكم الله " لذلك يجب عليه تبعاً لذلك ترك المعاصى و التوبة إلى الله توبة نصوحا.

❷ المحافظة على الصلاة في أوقاتها خاصة صلاة الفجر .

❸ اللجوء لله بكثرة الدعاء له و التوكل عليه فى التوفيق فى المذاكرة وت حصيل العلم.

❹ تنظيم الوقت جيداً و عمل جدول أسبوعى للمذاكرة بحيث تكون هناك ساعات فى اليوم لمذاكرة الدروس الجديدة و عمل الواجبات و ساعات أخرى لمراجعة القديم ، كما يراعى فى التنظيم أن تراجع كل مادة على الأقل مرة واحدة فى الأسبوع.

❺ قبـل المـذاكرة اقـرأ و لـو صـفحة واحـدة مـن القـرآن الكـريم بتركيـز شـديد و تمعـن و تـدبر حتـى يكـون ذهنـك صـافياً و بعد ذلك يبدأ عقلك فى التركيز فى تحصيل العلم فقط دون تشويش من أى مؤثر خارجى .

❻ ابدأ المذاكرة بدعاء قبل المذاكرة و اختمها بدعاء بعد المذاكرة .

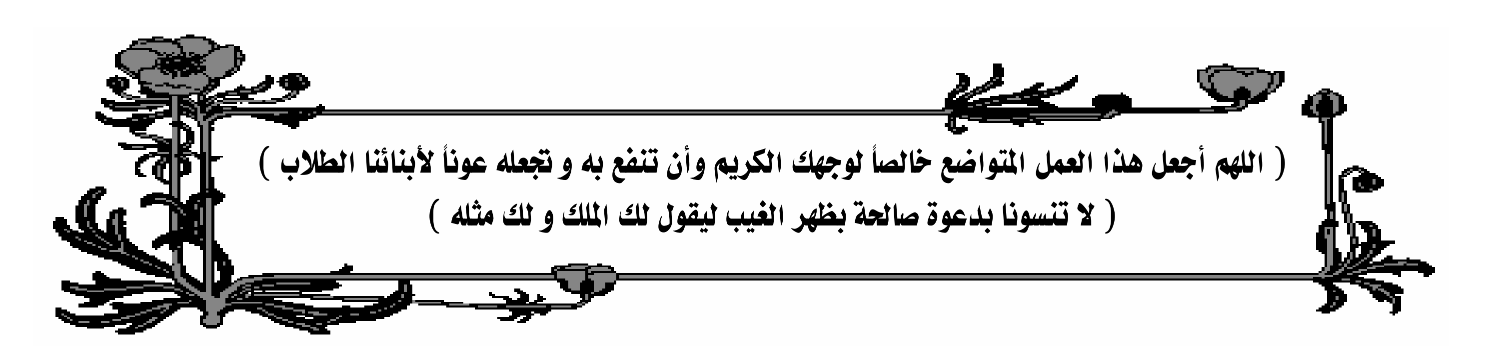
❼ أثناء المذاكرة حاول أن تستخدم عدة طرق لتثبيت المعلومات كالتالى : اقرأ الجزء الذى ستذاكره كاملاً أول مرة ثم قم بتقسيمه إلى عدة عناوين و أجزاء ثم ذاكر كل جزء على حدة بالصوت العالى مرة و بالقراءة مرة و بالكتابة مرة أخرى ثم ذاكر جميع الأجزاء معاً ثم قم بحل بعض الأسئلة على الدرس كاملاً .

🕮 دعاء قبل المذاكرة 🕮

❁ " اللهم إنى أسألك فهم النبيين و حفظ المرسلين و إلهام الملائكة المقربين ، اللهم اجعل ألسنتنا عامرة بذكرك و قلوبنا بخشيتك و أسرارنا بطاعتك إنك على كل شئ قدير و حسبنا الله و نعم الوكيل " ❁

🕮 دعاء بعد المذاكرة 🕮

❁ " اللهم إني أستودعك ما قرأت وما حفظت فرده علي عند حاجتي إليه يا رب العالمين " ❁





قال تعالى فى حديثه القدسى

أحب ثلاثة و حبى لثلاثة أشد : أحب الغنى الكريم و حبى للفقير الكريم أشد ، أحب الفقير المتواضع و حبى للغنى المتواضع أشد ، أحب الشيخ الطائع و حبى للشاب الطائع أشد . و أبغض ثلاثة و بغضى لثلاثة أشد : أبغض الفقير البخيل و بغضى للغنى البخيل أشد ، أبغض الغنى المتكبر و بغضى للفقير المتكبر أشد ، أبغض الشاب العاصى و بغضى للشيخ العاصى أشد .

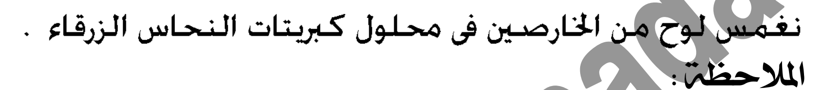
الكيمياء الكهربية :

علم يهتم بدراسة التحول المتبادل بين الطاقة الكيميائية و الطاقة الكهربية من خلال تفاعل أكسدة و إختزال .

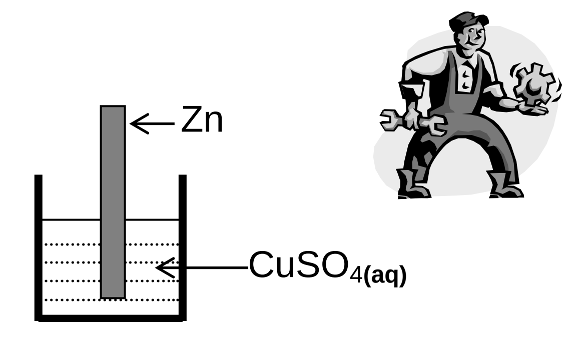
تفاعلات الأكسدة و الإختزال :

تفاعلات تنتقل فيها الإلكترونات من أحد المواد المتفاعلة إلى المادة الأخرى الداخلة معها فى التفاعل الكيميائى .

س : إشرح نشاط يوضح أحد تفاعلات الأكسدة و الإختزال .



الاجابة :



نغمس لوح من الخارصين فى محلول كبريتات النحاس الزرقاء .

الملاحظة :

- ❖ فلز النحاس الأحمر يبدأ يترسب على لوح الخارصين .
- ❖ فلز الخارصين يبدأ فى الذوبان فى المحلول .
- ❖ يقل لون كبريتات النحاس الأزرق إلى أن يختفى .

التفسير : **ما حدث هو تفاعل أكسدة و إختزال تلقائى يعبر عنه بالمعادلات الآتية :**

	عملية الأكسدة	عملية الإختزال
التعريف	هى عملية فقد الذرة لإلكترون أو أكثر ينتج عنها زيادة فى الشحنة الموجبة .	هى عملية إكتساب الذرة لإلكترون أو أكثر ينتج عنها نقص فى الشحنة الموجبة .
معادلة التفاعل	$Zn \longrightarrow Zn^{2+} + 2e^-$	$Cu^{2+} + 2e^- \longrightarrow Cu$
التفاعل الكلى	$Zn + Cu^{+2} \longrightarrow Zn^{+2} + Cu$	

س : وضح ماذا يحدث عند غمس ساق من الخارصين فى محلول ملح كبريتات نحاس II .

لقد نجح العلماء فى ترتيب نظام يعرف بالخلايا الجلفانية روعى فيها :

- ❖ فصل مكونات نصفى الخلية مع إتصالهما عن طريق قنطرة ملحية .
- ❖ السماح للإلكترونات بالمرور فى سلك بين نصفى الخلية و بذلك أمكن الحصول على تيار كهربى ناتج من تفاعل أكسدة و إختزال تلقائى .

الخلايا الكهروكيميائية :

هى أجهزة تستخدم فى تحويل الطاقة الكهربية إلى طاقة كيميائية أو العكس .

أنواع الخلايا الكهروكيميائية :

	الخلايا الجلفانية " خلية دانيال "	الخلايا الإلكتروليتية " التحليلية "
تحويل الطاقة	**تحويل الطاقة الكيميائية إلى طاقة كهربية من خلال تفاعلات أكسدة و إختزال تلقائية .** أو خلايا كهربية يمكن الحصول منها على تيار كهربى نتيجة حدوث تفاعل أكسدة و إختزال تلقائى .	**تحويل الطاقة الكهربية إلى طاقة كيميائية من خلال تفاعلات أكسدة و إختزال غير تلقائية .** أو خلايا كهربية تستخدم فيها طاقة كهربية من مصدر خارجى لإحداث تفاعل أكسدة و إختزال غير تلقائى .
الأنود (مصعد)	القطب السالب الذى تحدث عنده أكسدة	القطب الموجب الذى يحدث عنده أكسدة
الكاثود (مهبط)	القطب الموجب الذى يحدث عنده إختزال	القطب السالب الذى يحدث عنده إختزال
نوع الخلية	خلايا إنعكاسية أو غير إنعكاسية	خلايا غير إنعكاسية

أولاً : الخلايــــا الجلفانيــــة



☒ مكونات الخلايا الجلفانية :

١- الأنود (المصعد) .

٢- الكاثود (المهبط) .

٣- القنطرة الملحية.

علل : الآنود هو القطب السالب فى الخلية الجلفانية.

جـ : لأنه تحدث عنده عملية أكسدة فيكون مصدر للإلكترونات .

القنطرة الملحية :

أنبوبة على شكل حرف (U) بها محلول إلكتروليتى (كبريتات الصوديوم Na_2SO_4) بحيث لا تتفاعل أيوناته مع أيونات محلولى نصفى الخلية و لا مواد الأقطاب .

أهمية القنطرة الملحية :

١- التوصيل بين محلولى نصفى الخلية بطريقة غير مباشرة .

٢- تقوم بمعادلة الأيونات الموجبة و السالبة الزائدة التى تتكون فى محلولى نصف الخلية .

ماذا يحدث : عند غياب القنطرة الملحية فى الخلية الجلفانية ؟

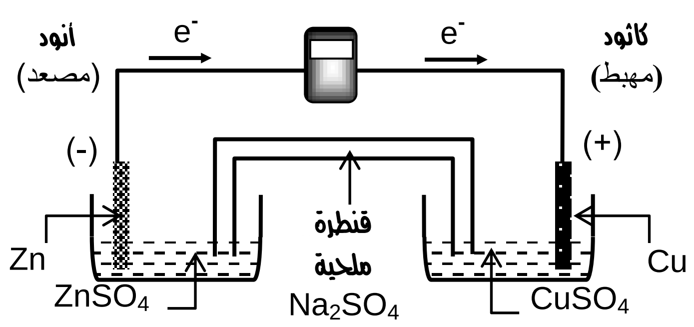
جـ : يؤدى إلى توقف تفاعل الأكسدة و الإختزال و بالتالى يتوقف مرور التيار الكهربى فى السلك الخارجى الموصل بين نصفى الخلية .

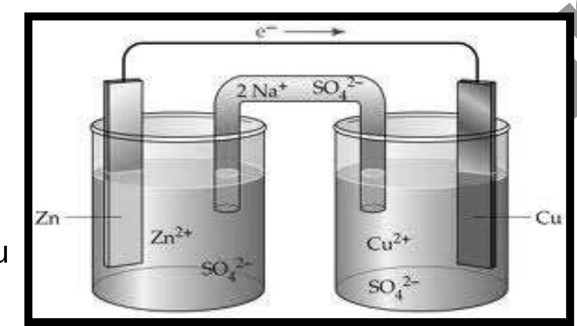
خليـــة دانيـــال (مثـــال تطبيقـــى للخلايـــا الجلفانيـــة)

١- **نصف خلية النحاس** : وعاء زجاج به قطب نحاس مغموس فى محلول كبريتات النحاس(إلكتروليت) .

٢- **نصف خلية الخارصين** : وعاء زجاج به قطب خارصين مغموس فى محلول كبريتات الخارصين (إلكتروليت) .

٣- **القنطرة الملحية** : أنبوبة على شكل حرف (U) بها محلول إلكتروليتى (كبريتات الصوديوم Na_2SO_4) .





التشغيـل و التفاعـلات :

١- يحدث تفاعل أكسدة لقطب الخارصين فى نصف خلية الخارصين .

تفاعل الأنود : $Zn \longrightarrow Zn^{+2} + 2e^-$



٢- تنتقل الإلكترونات عبر السلك إلى نصف خلية النحاس لتختزل أيونات النحاس .



تفاعل الكاثود : $Cu^{+2} + 2e^- \longrightarrow Cu$



٣- نتيجة لإنتقال الإلكترونات من الخارصين إلى النحاس يتكون تيار كهربى و ينحرف مؤشر الجلفانومتر .

٤- بعد فترة يتآكل قطب الخارصين (نتيجة لعملية الأكسدة) و تتشبع خلية الخارصين بكاتيونات الخارصين (Zn^{2+}) و تنضب أيونات النحاس (نتيجة لعملية الإختزال) وتتشبع خلية النحاس بأنيونات الكبريتات (SO_4^{2-}) فينقطع التيار .

التفاعل الكلى : $Zn + Cu^{+2} \longrightarrow Zn^{+2} + Cu$

س : متى يتوقف مرور التيار الكهربى فى خلية دانيال رغم وجود القنطرة الملحية ؟

جـ : يتوقف مرور التيار الكهربى عندما :

١- يذوب كل فلز الخارصين فى نصف خلية الخارصين .

٢- تنضب أيونات النحاس فى نصف خلية النحاس .

كتابة الرمز الإصطلاحى للخلية : (عملية الإختزال // عملية الأكسدة)

(حيث يمثل الخط الرأسى المزدوج " // " الحد الفاصل بين محلولى نصفى الخلية أى القنطرة الملحية)

الرمز الاصطلاحى لخلية دانيال : $Zn|Zn^{2+}_{(XM)}||Cu^{2+}_{(XM)}|Cu$

اللّهم إنى أعوذ بك من الهم و الحزن ، و أعوذ بك من العجز و الكسل ، و أعوذ بك من غلبة الدّين و قهر الرجال ، اللهم إنى أعوذ بك من الفقر إلا إليك و من الذل إلا لك و من الخوف إلا منك ، و أعوذ بك أن أقول زوراً أو أغشى فجوراً أو أكون بك مغروراً ، و أعوذ بك من شماتة الأعداء و عضال الداء و خيبة الرجاء ، اللهم إنى أعوذ بك من شر الخلق و همّ الرزق و سوء الخُلق يا أرحم الراحمين و يا رب العالمين .

التقويم الأول

السؤال الأول : اذكر المفهوم العلمى :

١) أنظمة يتم فيها تحويل الطاقة الكيميائية إلى طاقة كهربية من خلال تفاعل أكسدة و إختزال تلقائى غير إنعكاسى .
٢) أنظمة يتم فيها تحويل الطاقة الكيميائية إلى طاقة كهربية من خلال تفاعل أكسدة و إختزال تلقائى إنعكاسى .
٣) أنظمة يتم فيها تحويل الطاقة الكهربية إلى طاقة كيميائية خلال تفاعل أكسدة و إختزال بشكل غير تلقائى .
٤) خلايا كهربية تستخدم فيها الطاقة من مصدر خارجى لإحداث تفاعل أكسدة – إختزال غير تلقائى.
٥) القطب الذى تحدث عنده عملية الإختزال فى الخلايا الكهروكيميائية .
٦) القطب الذى تحدث عنده عملية الأكسدة فى الخلايا الجلفانية .



السؤال الثانى : اذكر السبب العلمى

١) الآنود فى الخلايا الجلفانية هو القطب السالب .
٢) وجود قنطرة ملحية في الخلية الجلفانية.
٣) يتوقف تولد التيار الكهربى الصادر من الخلية الجلفانية عند رفع القنطرة الملحية .
٤) لعمل خلية جلفانية لابد أن يكون القطبان مختلفان .

السؤال الثالث : اشرح تجربة توضح بها تفاعل أكسدة و إختزال .

السؤال الرابع : أذكر دور أو وظيفة كل من القنطرة الملحية فى خلية دانيال .

السؤال الخامس : أكتب التفاعلات الآتية :

- التفاعل عند المهبط فى خلية دانيال .
- التفاعلات التى تحدث عند غمس ساق من الخارصين فى محلول كبريتات النحاس .

السؤال السادس : قارن بين

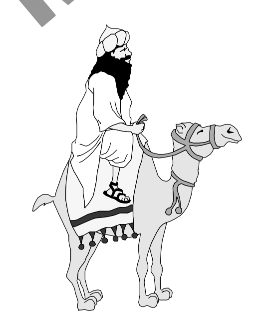
١) الخلية الجلفانية و الخلية الالكتروليتية .
٢) الأنود و الكاثود .

السؤال السابع : اختر الإجابة الصحيحة من بين الأقواس

١- فى الخلية الجلفانية يكون الأنود هو :
(القطب السالب الذى تحدث عنده عملية الأكسدة – القطب السالب الذى تحدث عنده عملية الإختزال – القطب الموجب الذى تحدث عنده عملية الأكسدة)

السؤال الثامن : اكتب الرمز الإصطلاحى للخلايا الجلفانية المعبر عنها بالتفاعلات الآتية :

١- $Zn + 2 Ag^{+} \longrightarrow Zn^{+2} + 2 Ag$
٢- $Cl_2 + 2 Br^{-} \longrightarrow Br_2 + 2 Cl^{-}$



السؤال التاسع : اكتب المعادلات المتزنة الممثلة بالرموز الإصطلاحية التالية :

١- $Cu \ / \ Cu^{++} \ // \ Cl_2 \ / \ 2Cl^{-}$
٢- $3Ag \ / \ 3Ag^{+} \ // \ Au^{3+} \ / \ Au$




قطب الهيدروجين القياسى S.H.E

قطب قياسى ذو جهد ثابت و معلوم (يساوى صفر) يستخدم فى قياس جهود الأقطاب الأخرى .

التركيب :

صفيحة من البلاتين (1 سم[2]) مغطاه بطبقة إسفنجية من البلاتين الأسود يمرر عليها تيار من غاز الهيدروجين تحت ضغط ثابت (1 ضغط جوى) مغمورة فى محلول تركيزه (1 M) من أى حمض قوى .

H_2 (1 atm)
أنبوبة زجاجية
HCl (1 M) حمض
Pt بلاتين

الرمز الإصطلاحى

أنود : $Pt + H_{2\,(1\,atm)} / 2H^+_{(1\,M)}$

كاثود : $2H^+_{(1\,M)} / Pt + H_{2\,(1\,atm)}$

الإستخدام : **قياس جهود الأقطاب الأخرى المجهولة بمعلومية جهده الذى يساوى صفرا .**

س : وضح كيف يمكنك إستخدام قطب الهيدروجين القياسى فى قياس قطب غير معلوم ؟

١- نكون خلية جلفانية من قطبين أحداهما القطب المراد قياس جهده و الثانى قطب الهيدروجين القياسى .
٢- نقوم بقياس القوة الدافعة الكهربية للخلية (جهد الخلية) ومنها يمكن حساب جهد القطب غير المعلوم .

س : ماذا يحدث إذا تغير تركيز أيون الهيدروجين فى المحلول أو تغير الضغط الجزيئى للغاز ؟

جـ : يتغير جهد قطب الهيدروجين عن الصفر و لا يصلح إستخدامه لقياس جهود أقطاب مجهولة .

س علل : أحياناً تتغير قيمة جهد قطب الهيدروجين القياسى عن الصفر .

جـ : بسبب تغير تركيز أيون الهيدروجين فى المحلول أو تغير الضغط الجزيئى للغاز أو تغير كلاهما .

سلسلة الجهود الكهربية

ترتيب العناصر تنازلياً حسب جهود الإختزال السالبة و تصاعدياً حسب جهود الإختزال الموجبة .

.. نلاحظ أن :

أولاً : تقع أكبر القيم السالبة لجهود الإختزال فى أعلى السلسلة و أكبر القيم الموجبة لجهود الإختزال فى أسفل السلسلة .

ثانياً : العناصر التى تقع فى قمة السلسلة (ذات جهود الإختزال السالبة) تتميز بأنها :

A- الأكثر نشاطاً .
B- عوامل مختزلة قوية (لأنها **تتأكسد** و **تفقد** إلكتروناتها بسهولة عند تفاعلها مع **أيونات** العناصر التى تليها) .
C- تمثل الأنود فى الخلية الجلفانية إذا وصلت مع عناصر تقع تحتها فى السلسلة .

ثالثاً : العناصر التى تقع فى نهاية السلسلة (ذات جهود الإختزال الموجبة) تتميز بأنها :

A- الأقل نشاطاً .
B- عوامل مؤكسدة قوية (لأنها **تختزل** و **تكتسب** الإلكترونات بسهولة عند تفاعلها مع **العناصر** التى تسبقها) .
C- تمثل الكاثود فى الخلية الجلفانية إذا وصلت مع عناصر تقع أعلاها فى السلسلة .

رابعاً : العناصر المتقدمة فى السلسلة تحل محل العناصر التى تليها فى محاليل أملاحها .

$$Zn + CuSO_4 \longrightarrow ZnSO_4 + Cu$$

س علل : الخارصين يحل محل النحاس في محاليل أحد أملاحه بينما لا يحدث العكس .

جـ : لأن الخارصين يسبق النحاس فى متسلسلة الجهود الكهربية للعناصر .

س علل : لا تحفظ نترات الفضة في أوانى من الحديد .

جـ : لأن الحديد يسبق الفضة فى متسلسلة الجهود الكهربية فيحل محله و يتآكل الإناء .

خامساً : كلما زاد البعد فى الترتيب بين العنصرين كلما زادت قدرة العنصر المتقدم على طرد العنصر المتأخر من مركباته .

س علل :تزداد قدره عنصر الصوديوم على الإحلال محل هيدروجين حمض الهيدروكلوريك عن قدرة عنصر الألومنيوم .

جـ : لأن الصوديوم يسبق الألومنيوم فى سلسلة الجهود الكهربية و كلما زاد البعد فى الترتيب بين العنصرين كلما زادت قدرة العنصر المتقدم على الإحلال .

سادساً : جميع العناصر التى تقع فوق الهيدروجين فى سلسلة الجهود الكهربية تحل محل أيونات الهيدروجين فى المحاليل الحمضية و يتصاعد غاز الهيدروجين .

$$Fe + 2HCl \longrightarrow FeCl_2 + H_2$$

سابعاً : جميع العناصر التى تلى الهيدروجين فى سلسلة الجهود الكهربية لا تحل محل أيونات الهيدروجين فى المحاليل الحمضية .

ملاحظات هامة جداً

- جهد الإختزال القياسى للفلز (E°) = جهد الأكسدة القياسى (E°) له و لكن بإشارة مخالفة .

مثال : جهد إختزال الخارصين = – ٠,٧٦ فولت فيكون : جهد أكسدته = ٠,٧٦ فولت .

- الآنود هو القطب الأعلى فى جهد الأكسدة و الأقل فى جهد الإختزال .
- الكاثود هو القطب الأعلى فى جهد الإختزال و الأقل فى جهد الأكسدة .

مثال : إذا علمت أن جهد إختزال الخارصين – ٠,٧٦ فولت و جهد إختزال النحاس ٠,٣٤ فولت فما هو الآنود و ما هو الكاثود فيكون : الخارصين هو الآنود و النحاس هو الكاثود .

- الآنود هو (العامل المختزل & يحدث عنده عملية الأكسدة & العنصر الأكثر نشاطاً) .
- الكاثود هو (العامل .... & يحدث عنده عملية .... & العنصر .... نشاطاً) .
- إتجاه التيار الكهربى من الآنود إلى الكاثود فى السلك و من الكاثود إلى الآنود فى المحلول .
- العنصر الذى له جهد أكسدة بقيمة موجبة هو الذى يمكن أن يحل محل الهيدروجين .

قوانين هامة

ق . د . ك (للخلية الكهروكيميائية) = جهد تأكسد الآنود – جهد تأكسد الكاثود

= فرق جهدى الأكسدة (جهد أكسدة الآنود – جهد أكسدة الكاثود)

= فرق جهدى الإختزال (جهد إختزال الكاثود – جهد إختزال الآنود)

- جهد أكسدة قطب الهيدروجين = جهد إختزاله = صفر .




– إذا كانت قيمة ق. د.ك للخلية موجبة يكون :

١– التفاعل تلقائى . **٢– ينتج عنها تيار كهربى .** **٣– الخلية تكون جلفانية .**

– إذا كانت قيمة ق. د.ك للخلية سالبة يكون :

١– التفاعل غير تلقائى . **٢– لا ينتج عنها تيار كهربى .** **٣– الخلية تكون تحليلية .**

س علل : يمكن التعرف على نوع الخلية تحليلية أو جلفانية من قيمة القوة الدافعة الكهربية لها .

جـ : لأنه إذا كانت قيمة ق.د .ك :



١- **موجبة** كانت الخلية **جلفانية** لأنها تنتج تيار كهربياً .

٢- **سالبة** كانت الخلية **تحليلية** تحتاج إلى مصدر خارجى للتيار الكهربى .

مثال (١) [مايو ٢٠٠٠] :

عنصران (A) , (B) جهدى تأكسدهما (٠,٤) ، (- ٠,٦) فولت على الترتيب و كل منهما ثنائى التكافؤ ما هو الرمز الإصطلاحى للخلية التى يمكن أن تتكون منهما ؟ ثم احسب القوة الدافعة الكهربية لهذه الخلية و هل يصدر عنها تيار كهربى أم لا ؟ و لماذا ؟

الحل

الرمز الإصطلاحى : $A / A^{+2} // B^{+2} / B$

ق.د.ك = جهد تأكسد الآنود (A) – جهد تأكسد الكاثود (B)

= ٠,٤ – (-٠,٦) = ١ فولت

و يصدر عن هذه الخلية تيار كهربى لأن قيمة [ق.د.ك] موجبة فيكون التفاعل تلقائى .

س علل :

لا يحدث هذا التفاعل تلقائياً $Cu^{+2} + Zn \longrightarrow Zn^{+2} + Cu$ علماً بأن جهود الأكسدة القياسية للخارصين و النحاس ٠,٧٦ ، – ٠,٣٤ فولت على الترتيب .

مثال (٢) :

أكتب الرمز الإصطلاحى لخلية جلفانية مكونه من Sn^{+2} / Sn و قطب Ag^{+} / Ag ثم إحسب ق.د.ك لها إذا علمت أن جهد الإختزال القياسى لكل من القصدير و الفضة على التوالى – ٠,١٤ فولت و ٠,٨ فولت على الترتيب .

الحل :



القطب الأعلى فى جهد الإختزال هو الكاثود لذلك يكون الكاثود هو الفضة و الآنود هو القصدير .



التفاعل عند الآنود : $Sn \longrightarrow Sn^{+2} + 2e^{-}$

التفاعل عند الكاثود : $2Ag^{+} + 2e^{-} \longrightarrow 2Ag$

التفاعل الكلى بالجمع : $Sn + 2Ag^{+} \longrightarrow Sn^{+2} + 2Ag$



الرمز الإصطلاحى : $Sn / Sn^{+2} // 2Ag^{+} / 2Ag$

ق. د .ك = فرق جهدى الإختزال (جهد إختزال الكاثود – جهد إختزال الأنود)

= ٠,٨ – (–٠,١٤) = ٠,٨ + ٠,١٤ = ٠,٩٤ فولت

من قال سبحان الله و بحمده تكتب له ألف حسنة أو تحط عنه ألف سيئة

التقويم الثانى

السؤال الأول : اختر الإجابة الصحيحة

١- يحل الماغنسيوم تلقائياً محل الرصاص فى محاليل مركباته مما يدل على أن جهد إختزال الرصاص .... من جهد إختزال الماغنسيوم .

أ- أكبر من   ب- أصغر من   جـ- يساوى   د- لا توجد إجابة صحيحة

٢- القطب الذى تحدث عنده عملية الإختزال فى الخلايا الكهربية :

أ- القطب الموجب فى الخلية الكترولیتية .   ب- القطب السالب فى الخلية الجلفانية .

جـ- المهبط فى الخلية التحليلية .   د- المصعد فى الجلفانية .




٣- القطب السالب فى خلية دنيال :

أ- الخارصين   ب- النحاس   جـ- الرصاص   د- الكادميوم

٤- أفضل العوامل المختزلة من الأنواع الآتية :

أ- $2H^+ / H_2$ ب- Ag / Ag^+ (- ٠٠,٨ فولت)

جـ- Al^{+3} / Al (- ١,٧٦ فولت)   د - Au^{+3} / Au (١,٤٢ فولت)

٥- أفضل العوامل المؤكسدة من الأنواع الآتية :

أ- $H_2 / 2H^+$ ب- SO_4^{-2} / SO_2 (-٢ فولت)

جـ- $2Cl^- / Cl_2$ (- ١,٣٦ فولت)   د - $Br_2 / 2Br^-$ (١,٠٦٥ فولت)

٦- أفضل العوامل المختزلة من الأنواع الآتية :

أ - Sn^{+2} / Sn (- ٠,١٤ فولت)   ب- Cl^- / Cl (- ١,٣٦ فولت)

جـ- Cu / Cu^{+2} (- ٠,٣٤ فولت)   د - Fe^{+2} / Fe (- ٠,٤٤ فولت)

السؤال الثانى : أذكر المفهوم العلمى

١) مجموع جهدى الأكسدة و الإختزال لنصفى خلية جلفانية .

٢) ترتيب الجهود القياسية للعناصر ترتيبا تنازليا بالنسبة لجهود الإختزال السالبة و تصاعدياً بالنسبة لجهود الإختزال الموجبة بحيث تكون أكبر القيم السالبة فى أعلى السلسة و أكبر القيم الموجبة فى أسفلها .

٣) صفيحة من البلاتين مغطاة بطبقة إسفنجية من البلاتين الأسود يمرر عليها تيار من غاز الهيدروجين تحت ضغط ١ ض جو و مغمور فى محلول تركيزه يساوى ١ مولارى من حمض قوى و جهده يساوى صفر .

٤) فرق الجهد بين قطبى العمود عند عدم مرور التيار الكهربى .

السؤال الثالث : أذكر السبب العلمى

١) قد تتغير قيمة جهد الهيدروجين عن الصفر .

٢) عناصر مقدمة المتسلسلة عوامل مختزلة قوية بينما عناصر مؤخرة المتسلسلة عوامل مؤكسدة .

٣) لا يحفظ محلول كبريتات النحاس فى أوان من الحديد .

السؤال الرابع : اشرح

١) تركيب قطب الهيدروجين و ما أهمية قطب الهيدروجين القياسى .

٢) اكتب الرمز الإصطلاحى لقطب الهيدروجين فى حالة كونه كاثود .

٣) اكتب الرمز الإصطلاحى لقطب الهيدروجين فى حالة كونه أنود .




مسائل

تدريب ١ :

أكتب الرمز الإصطلاحى للخلية الجلفانية التى يحدث بها التفاعل الآتى :

$Ni^{+2} + Fe \longrightarrow Ni + Fe^{+2}$ $\quad\quad$ $Zn + 2Ag^{+} \longrightarrow Zn^{+2} + 2Ag$

تدريب ٢ :

من الرمز الإصطلاحى التالى : $M / M^{2+} \,//\, 2H^{+} / H_2 + Pt$ (حيث M فلز)

- ما هو العامل المؤكسد و ما هو العامل المختزل .
- إذا كان جهد هذه الخلية هو ٠,٧٦فولت فما هو جهد تأكسد العنصر M .



تدريب ٣ :

إحسب القوة الدافعة الكهربية للتفاعل الآتى و هل هذا التفاعل تلقائى ؟ و لماذا ؟

$$Zn^{++} + Cu \longrightarrow Zn + Cu^{++}$$

إذا كانت قيمة جهد إختزال الخارصين و النحاس هى - ٠,٧٦ ، ٠,٣٤ فولت .

تدريب ٤ :

أكتب الرمز الإصطلاحى للخلية الجلفانية $H_2 + Cu^{++} \longrightarrow 2H^{+} + Cu$

علماً بأن جهد تأكسد النحاس هو – ٠,٣٤ فولت ، مبيناً العامل المؤكسد و العامل المختزل و قيمة القوة الدافعة الكهربية للخلية .

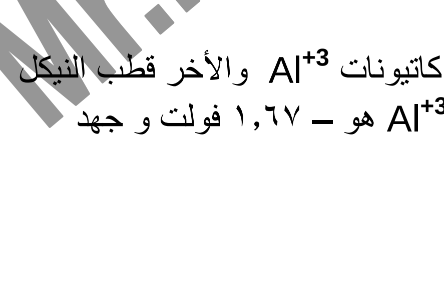
تدريب ٥ :

إذا علمت أن الكادميوم يسبق النيكل فى متسلسلة النشاط الكهربى و أن ق . د . ك للخلية المكونة منهما = ٠,١٥ فولت فإذا علمت أن جهد أكسدة الكادميوم يساوى ٠,٤ فولت إحسب جهد أكسدة النيكل .

تدريب ٦ :

رتب الأصناف التالية ترتيباً تصاعدياً **كعوامل مختزلة** :

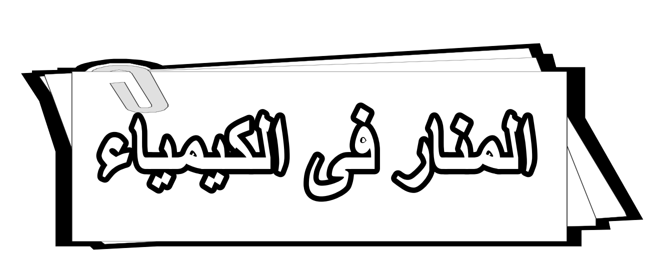
١- Zn^{+2} / Zn (- 0,762 volt)
٢- Mg / Mg^{+2} (2,375 volt)
٣- $2Cl^{-} / Cl_2$ (- 1,36 volt)
٤- K^{+} / K (- 2,924 volt)

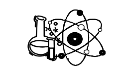


تدريب ٧ :

خلية جلفانية تتكون من نصفين أحدهما قطب الألومنيوم مغمور فى محلول من كاتيونات Al^{+3} والأخر قطب النيكل مغمور جزئيا فى محلول من كاتيونات Ni^{2+} فإذا علمت أن جهد إختزال Al^{+3}/ Al هو – ١,٦٧ فولت و جهد إختزال Ni^{+2}/ Ni هو – ٠,٢٣ فولت **أجب عما يلى :**

١- ارسم شكلا تخطيطيا للخلية موضحا عليه كل من الآنود و الكاثود .
٢- حدد إتجاه حركة الإلكترونات فى السلك . (إتجاه مرور التيار الكهربى)
٣- أكتب معادلة تفاعل الآنود .
٤- أكتب معادلة تفاعل الكاثود .
٥- أكتب معادلة التفاعل الكلى للخلية .
٦- إحسب القوة الدافعة الكهربية .
٧- أكتب الرمز الإصطلاحى للخلية .
٨- وضح العامل المؤكسد و العامل المختزل .







تدريب ٨ : اكتب المعادلات المتزنة الممثلة بالرمز الإصطلاحى التالى : $Cu / Cu^{++} // Cl_2 / 2Cl^-$

تدريب ٩ :

إذا علمت أن جهود التأكسد القياسية للعناصر التالية هى :

Zn / Zn^{+2} هو ٠,٧٦ فولت و جهد Ni / Ni^{+2} هو ٠,٢٣ فولت و جهد Cu / Cu^{+2} هو – ٠,٣٤ فولت

١- رتب العناصر السابقة حسب نشاطها الكيميائى .

٢- **أيهم** : أفضل عامل مؤكسد – يقوم بإختزال أيونات العناصر الأخرى .

٣- أفضل خلية جلفانية تتكون من قطب .... و قطب ....



تدريب ١٠ :

إذا علمت أن خلية جلفانية مكونة من قطب الفضة و جهده القياسى Ag^+/Ag هو ٠,٨ فولت و قطب القصدير و جهده القياسى Sn^{+2}/Sn هو –٠,١٤ فولت أجب عما يلى :

١) ارسم شكلاً تخطيطياً للخلية موضحاً عليه كل من الأنود و الكاثود .

٢) **اكتب** : التفاعلات عند كل من الأنود و الكاثود – الرمز الإصطلاحى للخلية .

٣) احسب ق.د.ك للخلية .

٤) **حدد** : العامل المختزل و العامل المؤكسد – إتجاه إنتقال الإلكترونات فى الدائرة الخارجية .

٥) أى الأقطاب يقل وزنه و أيهما يزداد وزنه عندما تعطى هذه الخلية تياراً كهربائياً .

٦) أى العناصر تحل محل الهيدروجين فى الأحماض .

٧) أى العناصر يكون قطب موجب عندما يتصل بقطب الهيدروجين القياسى .

٨) اكتب الرمز الإصطلاحى للخلية المكونة من قطب الهيدروجين و أحد هذه الأقطاب و احسب ق.د.ك للخلية .

تدريب ١١ : هل هذا التفاعل يحدث تلقائى أم لا $2Au + 6H^+ \longrightarrow 2Au^{+3} + 3H_2$ إذا علمت أن جهد إختزال الذهب Au^{+3}/Au هو ١,٤٢ فولت .

تدريب ١٢ : أحسب فرق الجهد الناتج بالفولت لكل من التفاعلات الآتية :

1- $Mg + Cl_2 \longrightarrow Mg^{+2} + 2Cl^-$

2- $Cl_2 + 2Br^- \longrightarrow Br_2 + 2Cl^-$

إذا علمت أن جهد إختزال Mg هو – ٢,٣٦٣ و جهدإختزال Br هو ١,٠٦٥ و جهد أكسدة Cl هو – ١,٣٦ فولت .

تدريب ١٣ : أحسب ق.د.ك للخلية و الرمز الإصطلاحى للخلية الجلفانية التى يمثلها التفاعل التالى :

$2Fe^{+2}_{(aq)} + I_{2(s)} \longrightarrow 2Fe^{+3}_{(aq)} + 2I^-_{(aq)}$ علماً بأن :

$2Fe^{+2}_{(aq)} \longrightarrow Fe^{+3}_{(aq)} + e^-$, $E_o = -0,77$

$2I^-_{(aq)} \longrightarrow I_2 + 2e^-$, $E_o = -0,5$

تدريب ١٤ : أكتب الرمز الإصطلاحى للخلية الجلفانية الآتية موضحاً العامل المؤكسد علماً بأن جهد تأكسد الخارصين هو ٠,٧٦ فولت . $Zn + 2H^+ \longrightarrow H_2 + Zn^{2+}$

تدريب ١٥ :

خلية جلفانية تتكون من قطب نحاس و آخر فضة فإذا علمت أن جهود الإختزال القياسية للقطبين هى ٠,٣٤ و ٠,٨٠ فولت على الترتيب احسب ق. د. ك لهذه الخلية ثم اكتب معادلات التفاعل التلقائى عند كل من الأنود و الكاثود .

تدريب ١٦ :

وضح ماذا يحدث عند وضع قطعة من الخارصين فى محلول كبريتات النحاس لفترة طويلة مع كتابة معادلة التفاعل .






أنواع الخلايا الجلفانية :
١- خلايا أولية .
٢- خلايا ثانوية .

اولا : الخلايا الأولية

هى خلايا يتم فيها تخزين الطاقة فى صورة طاقة كيميائية يمكن تحويلها عند اللزوم إلى طاقة كهربية من خلال تفاعل أكسدة و إختزال تلقائى غير إنعكاسى .

☒ **مميزات الخلايا الأولية :**

١- صغيرة الحجم جهده ثابت لمدة طويلة أثناء تشغيلها .
٢- سهلة الإستخدام خصوصاً فى الأجهزة المتنقلة **لأنها** فى صورة جافة و ليست سائلة لذلك عرفت باسم البطاريات الجافة .

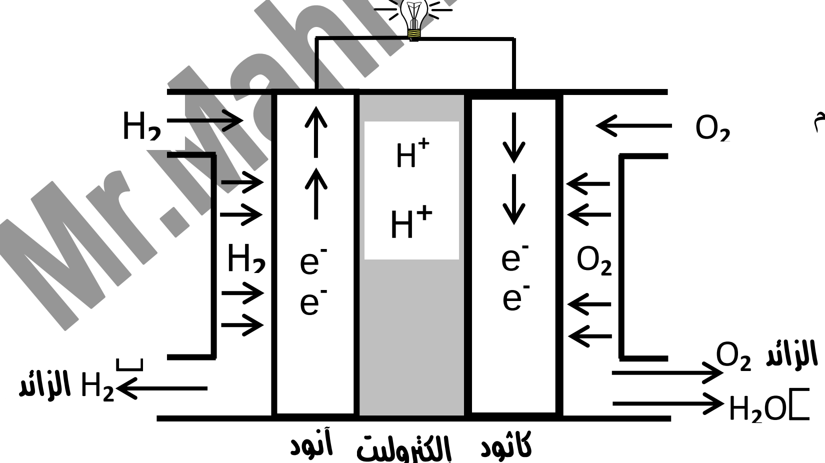
☒ **عيوب الخلايا الأولية :**

١- جهدها صغير .
٢- تتوقف عن العمل عندما تستهلك مادة الآنود أو تنضب أيونات نصف خلية الكاثود .
٣- خلايا غير إنعكاسية **لأنه** لا يسهل عملياً بل ربما يستحيل إعادة شحنها **لأن** التفاعلات التى تحدث داخلها تفاعلات غير انعكاسية مما يقلل قيمتها الإقتصادية .

☒ **أمثلتها :** ١- خلية الوقود . ٢- خلية الزئبق .

١) خلية الوقود

من المعروف أن الهيدروجين يحترق فى الهواء بعنف و ينتج عن عملية الإحتراق ضو و حرارة
$2H_2 + O_2 \longrightarrow 2H_2O + Energy$ وقد تمكن العلماء من إجراء هذا التفاعل تحت ظروف يمكن التحكم فيها داخل ما يعرف بخلية الوقود .

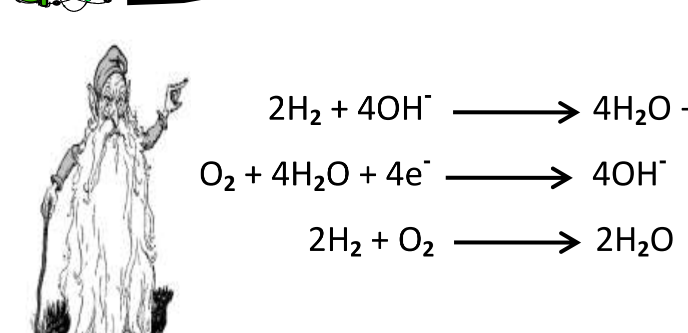


☒ **تركيب خلايا الوقود :**

١- قطبين كلاً منهما على هيئة وعاء مجوف يتم تبطينه بطبقة من الكربون المسامى .
٢- حجرة داخلية بها محلول إلكتروليتى (غالباً محلول **هيدروكسيد البوتاسيوم** المائى) .
- **أهمية طبقة الكربون المسامى** :
تسمح بإتصال القطبين بحجرة داخلية موجود بها إلكتروليت .

☒ **خصائص خلايا الوقود :**

١- **لا تستهلك** كباقى الخلايا الجلفانية (**علل**) لأنه يتم تزويدها بالوقود من مصدر خارجى .
٢- الماء الناتج عنها يكون على صورة **بخار** (**علل**)لأنها تعمل تحت درجة حرارة عالية .
٣- **لا تختزن** الطاقة داخلها (**علل**) لأن عملها يعتمد على **تزويدها** بالوقود بصورة **مستمرة** و **سحب** المواد الناتجة منها **بإستمرار** .
٤- لها أهمية بالغة فى مركبات الفضاء (**علل**) لأن الوقود المستخدم فى تشغيلها هو نفس الوقود المستخدم فى تشغيل صواريخ الفضاء – يستخدم بخار الماء الناتج منها بعد تكثيفه كماء للشرب فى الفضاء .

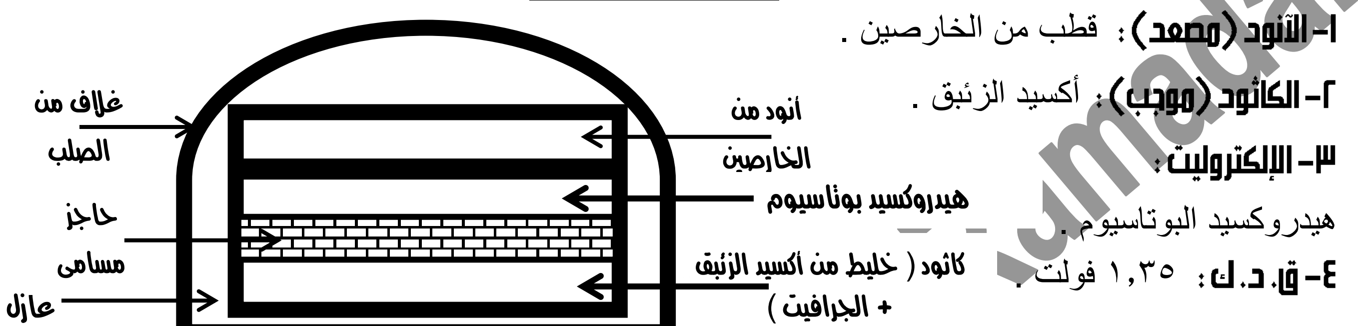


☒ **التفاعلات التى تحدث داخل خلية الوقود :**

- **تفاعل الأكسدة :** $2H_2 + 4OH^- \longrightarrow 4H_2O + 4e^-$, $E^o = 0,83\ V$
- **تفاعل الإختزال :** $O_2 + 4H_2O + 4e^- \longrightarrow 4OH^-$, $E^o = 0,4\ V$
- **التفاعل الكلى :** $2H_2 + O_2 \longrightarrow 2H_2O$, $E = 1,23\ V$

☒ **ق. د. ك : ١,٢٣ فولت .**

٢) خلية الزئبق



١- الأنود (مصعد) : قطب من الخارصين .

٢- الكاثود (موجب) : أكسيد الزئبق .

٣- الإلكتروليت : هيدروكسيد البوتاسيوم .

٤- ق. د. ك : ١,٣٥ فولت .

٥- التفاعل الكلى : $Zn + HgO \longrightarrow ZnO + Hg$

٦- الرمز الإصطلاحى : $Zn / Zn^{+2} // Hg^{+2} / Hg$

٧- الشكـــل : اسطوانى أو على هيئة قرص .

٨- الإستخــدام : صغيرة الحجم لذا فهى شائعة الإستخدام فى : سماعات الأذن – آلات التصوير – الساعات الصغيرة .

لابد من التخلص من خلية الزئبق بطريقة آمنة (علل) لاحتوائها على الزئبق و هو مادة سامة .

وجه المقارنة	خلية الوقود	خلية الزئبق
نوع الخلية	خلية أولية	خلية أولية
القطب السالب (الآنود)	وعاء مجوف يتم تبطينه بطبقة من الكربون المسامى	الخارصين Zn
القطب الموجب (الكاثود)		أكسيد الزئبق (HgO)
الإلكتروليت	محلول هيدروكسيد بوتاسيوم مائى	محلول هيدروكسيد البوتاسيوم
التفاعل الكلى	$2H_2 + O_2 \rightarrow 2H_2O$	$Zn + HgO \rightarrow ZnO + Hg$
الرمز الاصطلاحى	$2H_2 / 4H^+ // O_2 / 2O^{-2}$	$Zn / Zn^{+2} // Hg^{+2} \| Hg$
ق.د.ك	١,٢٣ فولت	١,٣٥ فولت

الحمد لله اللّهم ربنا لك الحمد بما خلقتنا و رزقتنا و هديتنا و علمتنا و أنقذتنا و فرجت عنا ، لك الحمد بالايمان و لك الحمد بالإسلام و لك الحمد بالقرآن و لك الحمد بالأهل و المال و المعافاة ، كبت عدونا و بسطت رزقنا و أظهرت أمننا و جمعت فرقتنا و أحسنت معافاتنا و من كل ما سألناك أعطيتنا ، فلك الحمد على ذلك حمداً كثيراً و لك الحمد بكل نعمة أنعمت بها علينا فى قديم و حديث أو سراً و علانية أو حىّ و ميت أو شاهد و غائب حتى ترضى ، و لك الحمد إذا رضيت ، و لك الحمد بعد الرضا ، و صلى اللّهم على محمد و على آله و سلم .

ثانياً : الخلايا الثانوية

هى خلايا يم فيها تخزين الطاقة الكهربية على هيئة طاقة كيميائية يمكن تحويلها مرة أخرى إلى طاقة كهربية من خلال تفاعلات أكسدة و إختزال تلقائية إنعكاسية .

☒ مميزات الخلايا الثانوية :

- تفاعلاتها الكيميائية تفاعلات إنعكاسية .
- يمكن إعادة شحنها عن طريق توصيل أقطابها بمصدر تيار خارجى لتعود مكوناتها إلى حالتها الأصلية مما يسمح باستخدامها مرة أخرى .

☒ **أمثلتها** : ١- بطارية أيون الليثيوم الجافة .　　٢- بطارية الرصاص الحامضية " بطارية السيارة = المركم "

١) بطارية أيون الليثيوم الجافة

☒ **تركيبها** :

غلاف معدنى يحتوى فى داخله على ثلاثة رقائق ملفوفة بشكل حلزونى (الإلكترود الموجب – الإلكترود السالب – العازل) تغمر هذه الرقائق الثلاثة فى محلول إلكتروليتى هو سداسى فلوريد فوسفات ليثيوم لا مائى ($LiPF_6$) .

- **الإلكترود الموجب** (**الكاثود**) : أكسيد كوبلت ليثيوم $LiCoO_2$.
- **الإلكترود السالب** (**الأنود**) : جرافيت ليثيوم LiC_6 .
- **العازل** : شريحة رقيقة جداً من البلاستيك **تعمل** على **عزل** الإلكترود الموجب عن السالب **بينما تسمح** للأيونات **بالمرور** من خلاله .

☒ **الإلكتروليت** : **سداسى فلوريد فوسفات ليثيوم لا مائى** ($LiPF_6$) .

☒ **مميزات بطارية النيكل – كادميوم القلوية** :

صغيرة الحجم – يمكن إعادة شحنها – مصمتة و خفيفة و لا يتصاعد منها غازات .

☒ **استخدامات بطارية أيون الليثيوم** :

أجهزة التليفون المحمول – أجهزة الكمبيوتر المحمول (لابتوب) – بعض السيارات الحديثة (بديل لبطارية المركم الرصاصى) .

⇦ **س علل : تستخدم بطارية أيون الليثيوم فى بعض السيارات الحديثة بديلاً لبطارية المركم الرصاصى .**

✍ لخفة وزنها – قدرتها العالية على تخزين كميات كبيرة من الطاقة مقارنة بحجمها .

⇦ **س علل : يدخل عنصر الليثيوم فى تركيب بطارية أيون الليثيوم .**

✍ لأنه : أخف الفلزات المعروفة – جهد إختزاله القياسى ($E^o = -3,04\ V$) هو **الأصغر** بالنسبة لباقى الفلزات .

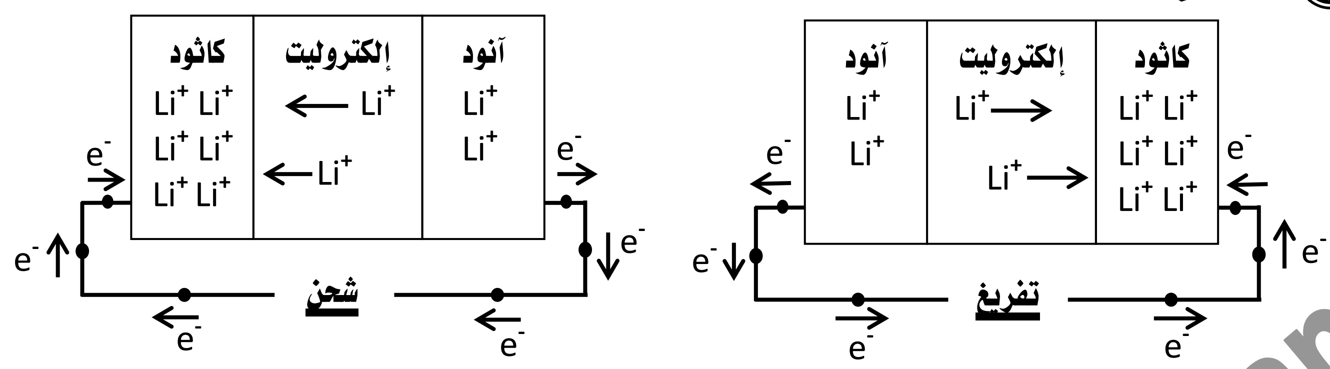
تفاعل الأنود : $LiC_{6\,(s)} \longrightarrow C_{6\,(s)} + Li^+_{(aq)} + e^-$

تفاعل الكاثود : $CoO_{2\,(s)} + Li^+_{(aq)} + e^- \longrightarrow LiCoO_{2\,(s)}$

التفاعل الكلى : $LiC_{6\,(s)} + CoO_{2\,(s)} \underset{\text{شحن}}{\overset{\text{تفريغ}}{\rightleftharpoons}} C_{6\,(s)} + LiCoO_{2\,(s)}$

س علل : تعتبر الخلايا الثانوية (المركم) بطاريات لتخزين الطاقة .

جـ : لأنه يتم فيها تخزين الطاقة الكهربية من المصدر الخارجى على هيئة طاقة كيميائية أثناء الشحن .



لاحظ أن :

- إتجاه حركة أيونات الليثيوم و إتجاه حركة الإلكترونات فى الإلكتروليت دائماً من الآنود إلى الكاثود أثناء عمليتى الشحن و التفريغ .

- تعطى هذه الخلية قوة دافعة كهربية 3 فولت .



١- تم تطويرها و أصبحت من أنسب أنواع البطاريات المستخدمة فى السيارات و لذا فهى تعرف ببطارية السيارة .

٢- تفصل ألواح الآنود و الكاثود بصفائح عازلة .

٣- توضع مكونات البطارية فى وعاء مصنوع من المطاط الصلب أو البلاستيك (بولى ستيرين) ؛ لأنه لا يتأثر بالأحماض .

٤- تعتبر البطارية أثناء تشغيلها (التفريغ) خلية جلفانية و أثناء الشحن خلية إلكتروليتية .

٥- تتكون هذه البطارية من 6 خلايا متصلة معاً على التوالى ، كل خلية تنتج 2 فولت فيكون الجهد الكلى للخلية 12 فولت (2 × 6 = 12 فولت) .

٦- يستخدم الدينامو فى السيارة و بصورة مستمرة فى إعادة شحن البطارية أولاً بأول .

☒ تركيب بطارية الرصاص :

١- الآنود (مصعد) : شبكة من ألواح الرصاص مملوءة برصاص إسفنجى Pb .

٢- الكاثود (موجب) : شبكة من ألواح الرصاص مملوءة بعجينة من ثانى أكسيد الرصاص PbO_2 .

٣- الإلكتروليت : حمض كبريتيك مخفف H_2SO_4 .

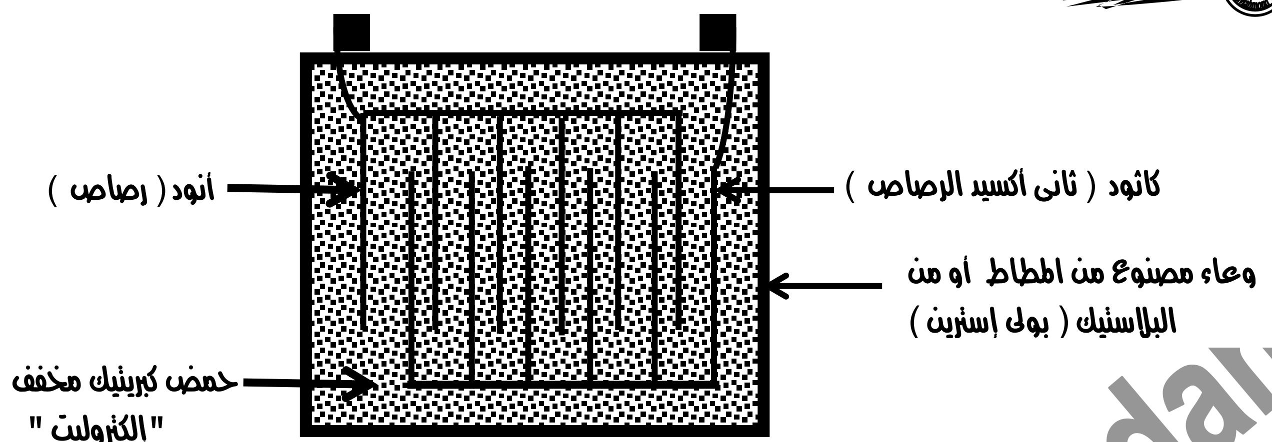
أولاً : تفاعلات التفريغ (تعمل الخلية كخلية جلفانية)

١- تفاعل الآنود : $Pb + SO_4^{-2} \longrightarrow PbSO_4 + 2e^-$ (جهد التأكسد القياسى = ٠,٣٦ فولت)

٢- تفاعل الكاثود : $PbO_2 + 4H^+ + SO_4^{-2} + 2e^- \longrightarrow PbSO_4 + 2H_2O$ (E° = 1,69 v)

٣- تفاعل التفريغ الكلى : $Pb + PbO_2 + 4H^+ + 2SO_4^{-2} \longrightarrow 2PbSO_4 + 2H_2O$

☒ **الرمز الإصطلاحى :** $Pb / Pb^{+2} \; // \; Pb^{+4} / Pb^{+2}$



- كيف يمكنك التعرف على أن البطارية مشحونة أو غير مشحونة ؟

جـ : يتم التعرف على حالة البطارية بقياس كثافة الحمض بواسطة جهاز مقياس كثافة السوائل (الهيدروميتر) و يتم ذلك كالآتى :

- إذا كانت كثافة الحمض (1,28 : 1,3 جم/سم^3) كانت البطارية مشحونة .

- إذا كانت كثافة الحمض أقل من 1,2 جم/سم^3 فهذا يعنى أنها تحتاج إلى إعادة شحن .

ثانياً : تفاعل الشحن (تعمل الخلية كخلية تحليلية)

س : ماذا يحدث عند إستخدام بطارية السيارة لفترة طويلة ؟

استخدام البطارية مدة طويلة يؤدى إلى ضعف كمية التيار الكهربى الناتج منها بسبب تحول كل من مادة أقطاب الأنود (Pb) و مادة أقطاب الكاثود (PbO_2) و الحمض إلى كبريتات الرصاص و ماء فينقص تركيز حمض الكبريتيك فيها بسبب زيادة الماء .

س علل : نقص التيار الناتج من بطارية السيارة عند إستخدامها لفترة طويلة .

جـ : لأن إستعمالها لفترة طويلة يؤدى إلى تحول مواد الأنود (Pb) و الكاثود (PbO_2) و الحمض إلى كبريتات الرصاص و ماء فينقص تركيز حمض الكبريتيك فيها بسبب زيادة الماء الناتج من التفاعل .

س : يجب شحن المركم من آن لآخر .

جـ :لأن إستعمالها لفترة طويلة يؤدى إلى ضعف التيار الناتج منها بسبب تحول مواد ....(**أكمل**)

✍ تتم عملية الشحن بتوصيل أقطاب البطارية بمصدر جهد مستمر جهده أعلى قليلاً من الجهد الناتج من البطارية (غالباً ما يحدث ذلك فى السيارة باستخدام الدينامو الموجود بها) مما يؤدى إلى :

١- حدوث تفاعل **عكس** التفاعل التلقائئ الذى حدث أثناء عملية التفريغ .

٢- تتحول كبريتات الرصاص إلى رصاص عند **الآنود** و ثانى أكسيد الرصاص عند **الكاثود** .

٣- يعود تركيز الحمض إلى ما كان عليه .

تفاعل الشحن :

$$2\,PbSO_4 + 2\,H_2O \longrightarrow Pb + PbO_2 + 4H^+ + 2SO_4^{-2}$$

س علل : المركم الرصاصى يعتبر خلية إنعكاسية .

جـ : لأنه عند توصيل قطبى البطارية بمصدر تيار كهربى مستمر جهده أكبر قليلاً من جهد البطارية يحدث **تفاعل عكسى** و تتحول كبريتات الرصاص إلى رصاص عند الآنود و ثانى أكسيد الرصاص عند الكاثود كما يعيد التفاعل تركيز الحمض إلى ما كان عليه .

$$Pb + PbO_2 + 4\,H^+ + 2\,SO_4^{-2} \underset{\text{شحن}}{\overset{\text{تفريغ}}{\rightleftharpoons}} 2\,PbSO_4 + 2\,H_2O$$

تآكل المعادن

يسبب تآكل المعادن تدهور المنشآت المعدنية و خاصة الحديدية منها مما ينتج عنه خسائر إقتصادية فادحة و تصل كمية الحديد المفقود نتيجة للتآكل بنحو ربع إنتاج العالم من الحديد سنوياً ، و من هنا كان الإهتمام بهذه الظاهرة و محاولة التغلب عليها .



الصدأ : **عملية تآكل كيميائى للفلزات بفعل الوسط المحيط** .

☒ أضرار تآكل المعادن :



تدهور المنشآت المعدنية خاصة الحديدية مما يسبب خسائر إقتصادية كبيرة .

⇦ **س علل : يبذل العلماء جهود كبيرة للتغلب على ظاهرة تآكل المعادن (الصدأ) .**

لأن الصدأ يسبب تدهور المنشآت الحديدية مما ينتج عنه خسائر إقتصادية كبيرة .

☒ تفسير عملية التآكل

- الفلزات النقية يصعب تآكلها بما فيها الحديد النقى (**علل**) لأن من شروط حدوث الصدأ أن **يتلامس** فلزين **مختلفين** فى النشاط **بينهما** وسط مناسب .
- معظم **المعادن** الصناعية تحتوى على **شوائب** تحفز عملية التآكل (أى أن تلامس فلز أكثر نشاطاً لفلز آخر أقل نشاطاً فى وجود وسط مناسب **يتسبب فى** زيادة تآكل الفلز الأكثر نشاطاً) **فسبب تآكل** الصلب **الشوائب** المختلطة معه .

☒ ميكانيكية التآكل :

يحدث تآكل الفلزات **نتيجة** تكون خلية **جلفانية** الآنود فيها **الفلز المتآكل** (الأكثر نشاطاً) و الكاثود فيها قد يكون : **الشوائب** (الكربون) الموجودة فى الفلز الأصلى – فلز آخر أقل نشاطاً .

☒ تفاعلات صدأ الحديد :

١- نتيجة تعرض قطعة حديد للكسر أو التشقق فإنها تكون خلية جلفانية (الحديد هو آنود الخلية و الماء المذاب فيه بعض الأيونات هو الإلكتروليت) و يتأكسد الحديد :

$$Fe_{(s)} \longrightarrow Fe^{+2}_{(aq)} + 2e^-$$

ثم **تذوب** أيونات الحديد Fe^{+2} فى الماء و تصبح حزء من الإلكتروليت و تنتقل **الإلكترونات** خلال الحديد إلى **الكاثود** (شوائب الكربون) .

لاحظ أن : الحديد يقوم بدور كلاً من : الآنود **و** الموصل الخارجى للدائرة (ناقل للإلكترونات) .

٢- عند الكاثود يتم **إختزال** أكسجين الهواء إلى أيونات هيدروكسيد OH^- **فى وجود الماء** :

$$\tfrac{1}{2} O_{2(g)} + H_2O_{(\ell)} + 2e^- \longrightarrow 2OH^-_{(aq)}$$

٣- تتحد أيونات الحديد $Fe^{+2}_{(aq)}$ مع أيونات الهيدروكسيد $OH^-_{(aq)}$ و يتكون هيدروكسيد حديد II الذى **يتأكسد** بفعل الأكسجين الذائب فى الماء **إلى** هيدركسيد حديد III :

$$Fe^{+2}_{(aq)} + 2OH^-_{(aq)} \longrightarrow Fe(OH)_{2(s)}$$

$$2Fe(OH)_{2(aq)} + \tfrac{1}{2} O_{2(g)} + H_2O_{(\ell)} \longrightarrow 2Fe(OH)_{3(s)}$$

بجمع المعادلات السابقة كلها ينتج المعادلة الكلية لتفاعل صدأ الحديد :

$$Fe_{(s)} + \tfrac{3}{4} O_{2(g)} + \tfrac{3}{2} H_2O_{(\ell)} \longrightarrow Fe(OH)_{3(s)}$$

تفاعل الصدأ من التفاعلات البطيئة (**علل**) لإحتواء الماء على كميات **محدودة** من **الأيونات** .

⇦ **س علل : يكون صدأ الحديد أسرع فى ماء البحر عن الماء العادى .**

لأن ماء **البحر** يحتوى كميات أكبر من **الأيونات** بينما الماء **العادى** يحتوى كميات **محدودة** من الأيونات .

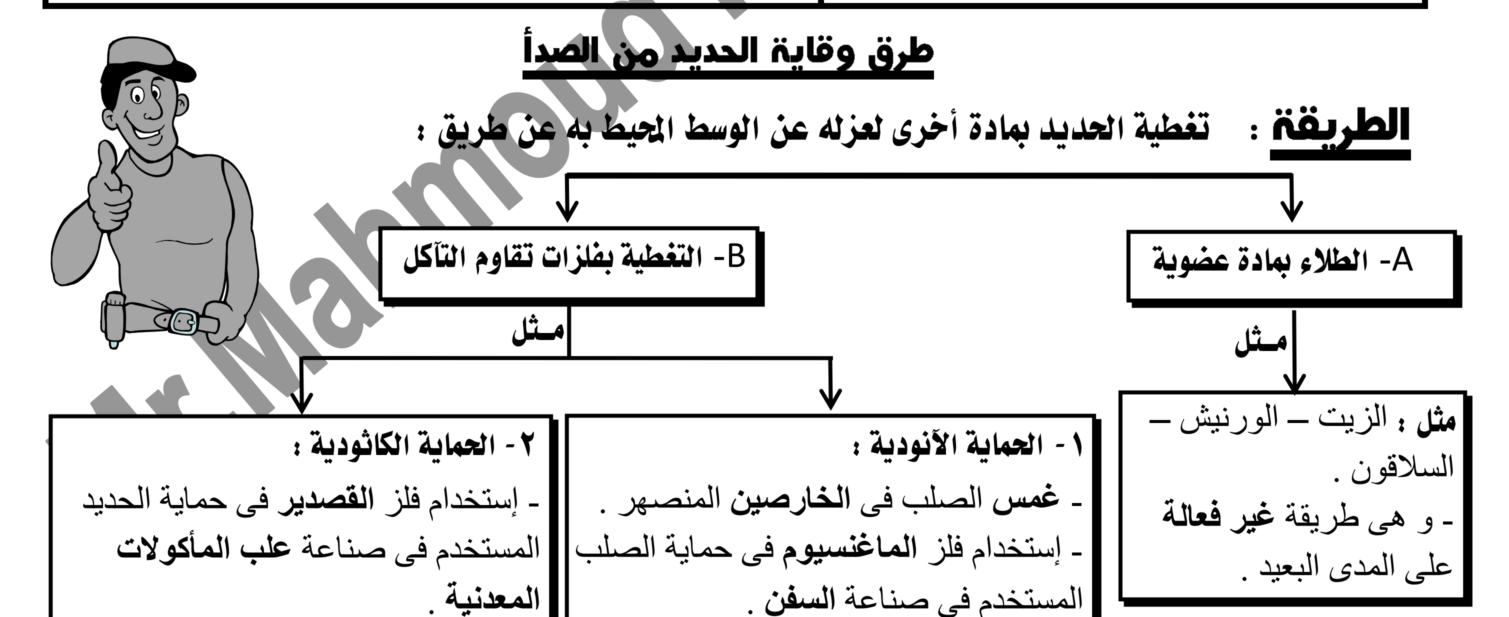
العوامل المسببة تآكل الفلزات



عدم تجانس السبائك	تلامس الفلزات ببعضها
- تستخدم الفلزات فى الصناعة غالباً على صورة سبائك . - **يصعب** تحضير سبائك فى صورة **متجانسة التركيب** مما يؤدى إلى تكون عدد لانهائى من الخلايا **الجلفانية الموضعية** تسبب تآكل الفلز **الأكثر** نشاطاً فى السبيكة .	- تتصل الفلزات ببعضها **عند** مواضع اللحام **أو** عند إستخدام مسامير تثبيت من فلز مختلف . - **تلامس** الفلزات ببعضها يؤدى إلى تكوين خلايا **جلفانية موضعية** تسبب تآكل الفلز **الأكثر** نشاطاً . **مثال** : تلامس الألومنيوم و النحاس يتآكل الألومنيوم أولاً و تلامس الحديد و النحاس يتآكل الحديد أولاً .

طرق وقاية الحديد من الصدأ

الطريقة : **تغطية الحديد بمادة أخرى لعزله عن الوسط المحيط به عن طريق :**



⇦ **س علل : يصدأ الحديد المطلى بالقصدير أولاً بينما الحديد المطلى بالخارصين يصدأ بعد تآكل الخارصين بالكامل .**

✍ لأن الحديد **أكثر** نشاطاً من القصدير فعندما يكونا خلية **جلفانية** معاً يمثل الحديد **الأنود** بينما القصدير يمثل **الكاثود** فيتآكل الحديد أولاً ، **بينما** الحديد **أقل** نشاطاً من الخارصين فعندما يكونا خلية **جلفانية** معاً يمثل الحديد **الكاثود** بينما الخارصين يمثل **الآنود** فيتآكل الخارصين أولاً بالكامل **قبل أن** يبدأ الحديد فى التآكل .

⇦ **س علل : يصدأ الحديد المطلى بالقصدير عند الخدش بصورة أسرع و أكثر من الحديد النقى .**

✍ لأن الحديد أكثر نشاطاً من القصدير فيكونا خلية جلفانية معاً يمثل الحديد أنود و القصدير كاثود فيتآكل الحديد أسرع

الحماية الآنودية	الحماية الكاثودية
التعريف : هي تغطية الفلز بفلز آخر أكثر نشاطاً . **مثال :** طلاء الحديد **بالخارصين** (الحديد **أقل** نشاطاً من الخارصين) . **التفسير :** نظراً لأن الحديد **أقل** نشاطاً من الخارصين فعندما يكونا خلية **جلفانية** معاً يمثل الحديد **الكاثود** بينما الخارصين يمثل **الآنود** فيتآكل **الخارصين** أولاً بالكامل قبل أن يبدأ الحديد فى التآكل .	**التعريف : هي تغطية الفلز بفلز آخر أقل نشاطاً .** **مثال :** طلاء الحديد **بالقصدير** (الحديد **أكثر** نشاطاً من القصدير) . **التفسير :** نظراً لأن الحديد **أكثر** نشاطاً من القصدير فعندما يكونا خلية **جلفانية** معاً يمثل الحديد **الأنود** بينما القصدير يمثل **الكاثود** فيتآكل **الحديد** أولاً **لذا** يصدأ الحديد **المطلى** بالقصدير عند الخدش **بصورة أسرع** و أكثر من الحديد **النقى** .

☒ حماية هياكل السفن و مواسير الحديد المدفونة فى التربة الرطبة :

هياكل السفن المعرضة دائماً للماء المالح و **مواسير الحديد** المدفونة فى التربة الرطبة يكونا **أكثر** عرضة للتآكل و لحمايتها من الصدأ يتم **توصيلها** بالقطب **السالب** لمصدر كهربى (تصبح **الكاثود**) بينما يتم توصيل القطب **الموجب** للمصدر بفلز **أكثر** نشاطاً من الحديد مثل **الماغنسيوم** (يصبح **الآنود**) فيتآكل الماغنسيوم **أولاً** لذا يسمى الماغنسيوم بـ " **القطب المضحى** " .

القطب المضحى : **فلز يوصل مع الحديد بمصدر كهربي بحيث يكون هو الآنود بينما الحديد هو الكاثود لحماية الحديد من التآكل** .

ماسورة حديد مدفونة فى التربة — ماغنسيوم (القطب المضحى)

التقويم الثالث

السؤال الأول : اذكر المفهوم العلمى

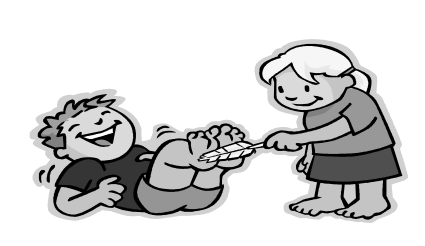
١- القطب الموجب فى خلية الزئبق .
٢- تغطية الحديد بفلز آخر أقل نشاطاً منه .
٣- عملية تآكل كيميائى للفلزات بفعل الوسط المحيط .

السؤال الثاني : اذكر السبب العلمى



١- خلية الوقود من الخلايا الجلفانية الأولية بينما بطارية أيون الليثيوم خلية ثانوية .
٢- يصدأ الحديد المطلى بالقصدير عند الخدش بصورة أسرع و أكثر من الحديد النقى .
٣- بطارية الرصاص تعرف بالبطارية الحامضية .
٤- يقل التيار الناتج من المركم الرصاصى بعد فترة من عمله .
٥- فى المركم الرصاصي تقل كثافة حمض الكبريتيك عند الحصول على تيار كهربى .
٦- القوة الدافعة الكهربية الكلية لبطارية السيارة ١٢ فولت بالرغم أن الخلية الواحدة المكونة لها جهدها ٢ فولت .
٧- يمكن التعرف على حالة البطارية من كثافة حمض الكبريتيك الموجود بها .

السؤال الثالث : أذكر دور أو وظيفة كلاً من :



١- سداسى فلوريد فوسفات ليثيوم لا مائى فى بطارية أيون الليثيوم .
٢- الهيدروميتر و الدينامو فى بطارية السيارة .
٣- حمض الكبريتيك فى المركم الرصاصى .
٤- أكسيد كوبلت ليثيوم $LiCoO_2$ فى بطارية أيون الليثيوم .

السؤال الرابع : أكتب التفاعلات الآتية

١- تفاعل شحن المركم الرصاصى .
٢- التفاعل الكلى الحادث فى خلية الوقود.
٣- تفاعل الكاثود فى بطارية الليثيوم أيون .
٤- تفاعل القطب الموجب فى المركم الرصاصى .
٥- التفاعل النهائى لعملية صدأ الحديد .



السؤال الخامس : قارن بين

١- الحماية الآنودية و الحماية الكاثودية .
٢- الخلية الجلفانية الأولية و الخلية الجلفانية الثانوية .
٣- بطارية أيون الليثيوم و خلية الزئبق من حيث التفاعل الكلى التلقائى لكل منهما .

ثانيـــاً : الخلايـــا الإلكتروليتيـــة

هي خلايا كهربية تستخدم فيها الطاقة من مصدر خارجى لإحداث تفاعل أكسدة و إختزال غير تلقائي .
أو: خلايا يتم فيها تحويل الطاقة الكهربية إلى طاقة كيميائية من خلال تفاعلات أكسدة و إختزال غير تلقائى .

أنواع الموصلات الكهربية :

الموصلات الإلكترونية (صلبة)	الموصلات الإلكتروليتية (سائلة)
تنقل التيار الكهربى من خلال حركة إلكتروناتها .	تنقل التيار الكهربى من خلال حركة أيوناتها .
أمثلة : الفلزات الصلبة (النحاس و الألومنيوم) - السبائك .	أمثلة : مصاهير الأملاح - محاليل (الأملاح والأحماض والقلويات) .

تركيب الخلية الإلكتروليتية :

١- إناء يحتوى على محلول إلكتروليتى .
٢- قطبين من معدن واحد أو من معدنين مختلفين (**بلاتين**) أو (**كربون**) .
٣- مصدر تيار كهربى (بطارية) .

☒ **الأنود فى الخلية التحليلية** : هو القطب الذى يوصل بالقطب **الموجب** للبطارية و يحدث عنده أكسدة .
☒ **الكاثود فى الخلية التحليلية** : هو القطب الذى يوصل بالقطب **السالب** للبطارية و يحدث عنده اختزال .
☒ **الإلكتروليت المستخدم فى الخلية التحليلية**: محاليل (الأحماض و القلويات و الأملاح) **أو** مصاهير الأملاح .

س : ماذا يحدث عند مرور التيار الكهربى فى الخلية الإلكتروليتية .

جـ : عند توصيل القطبين بحيث يكون الجهد الواقع على الخلية **يفوق** قليلاً الجهد الإنعكاسى لها فيمر تيار كهربى فى الخلية و **يحدث الآتى** :

☒ يتأين الإلكتروليت إلى أيونات موجبة (كاتيونات : جسيمات مادية **فقيرة** بالإلكترونات) و أيونات سالبة (**آنيونات**)
☒ الأيونات **الموجبة** تتجه للقطب السالب (**الكاثود**) و تتعادل شحنتها **باكتسابها** إلكترونات و تحدث عملية **إختزال** .
☒ الأيونات **السالبة** تتجه للقطب الموجب (**الآنود**) و تتعادل شحنتها **بفقدها** إلكترونات و تحدث عملية **أكسدة** .

التحليل الكهربى لمحلول كلوريد النحاس ($CuCl_2$)

١) نكون خلية إلكتروليتية تحتوى على إلكتروليت $CuCl_2$.

٢) نمرر التيار الكهربى فى الخلية فيتأين الإلكتروليت كالآتى : $CuCl_2 \longrightarrow Cu^{+2} + 2Cl^-$

٣) عند المصعد (الآنود) و هو القطب الموجب تحدث عملية أكسدة : $2Cl^- \longrightarrow Cl_2 + 2e^-$

٤) عند المهبط (الكاثود) و هو القطب السالب تحدث عملية إختزال : $Cu^{+2} + 2e^- \longrightarrow Cu$

٥) التفاعل الكلى هو مجموع تفاعلى الآنود و الكاثود : $Cu^{+2} + 2Cl^- \longrightarrow Cu + Cl_2$

النتيجة : تصاعد غاز الكلور عن الآنود و ترسب فلز النحاس عند الكاثود .

س : إذا علمت ان جهد أكسدة الكلور = - 1,36 فولت و جهد إختزال النحاس = 0,34 فولت إحسب جهد الخلية ثم وضح هل هذا التفاعل تلقائى أم غير تلقائى ؟ $Cu^{+2} + 2Cl^- \longrightarrow Cu + Cl_2$

جـ : القوة الدافعة الكهربية للخلية هى = **-** 1,36 + 0,34 = **-** 1,02 فولت

و الإشارة السالبة تعنى أن التفاعل الحادث فى الخلية **غير تلقائى** و إنما يحتاج إلى مصدر خارجى (خلية تحليلية) .

التحليل الكهربى

التحليل الكيميائى لإلكتروليت عند مرو تيار كهربى به .

أو : عملية يتم فيها فصل مكونات المحلول الإلكتروليتى بإستخدام تيار كهربى خارجى .

س علل : يمكن الحصول على غاز الكلور بالتحليل الكهربى للمحاليل المائية التى تحتوى على أيون الكلوريد .

جـ : لأن جهد أكسدة الكلور أعلى من جهد أكسدة أيونات الماء .

س علل : يصعب الحصول على الصوديوم بالتحليل الكهربى للمحاليل المائية التى تحتوى على أيون الصوديوم .

جـ : لأن جهد إختزال الصوديوم أقل من جهد إختزال أيونات الماء .

قوانين فاراداى للتحليل الكهربى

فاراداى استنتج العلاقة بين كمية الكهربية التى تمر فى المحلول و بين كمية المادة التى يتم تحريرها عند الأقطاب .

❶ القانون الأول لفاراداى

تتناسب كمية المادة المتكونة أو المستهلكة (سواء كانت غازية أو صلبة) عند الأقطاب تناسباً طردياً مع كمية الكهرباء المارة فى المحلول أو المصهور الإلكتروليتى .

تجربة إستنتاج القانون :

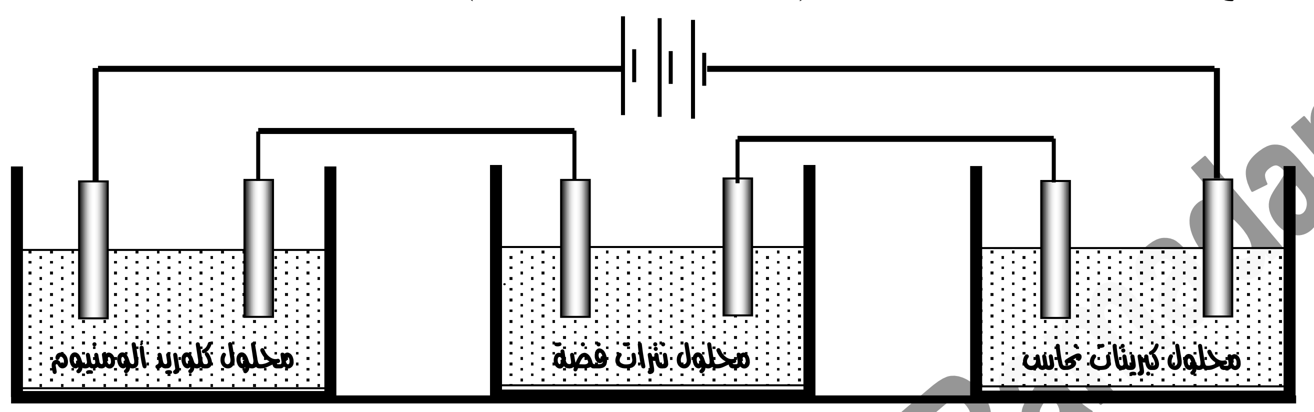
عند **تمرير** كميات مختلفة من التيار فى نفس المحلول ثم **نحسب** نسبة كتل المواد المتكونة عند الأقطاب و **نقارن** تلك هذه النسب بنسب كمية الكهربية التى تم إمرارها **فنجد أن** كتل المواد المتكونة أو المتصاعدة أو الذائبة عند الأقطاب تتناسب **طردياً** مع كمية الكهربية المارة بها .

❷ القانون الثانى لفاراداى

تتناسب كميات المواد المختلفة المتكونة أو المستهلكة عند الأقطاب بمرور نفس كمية الكهرباء فى عدة إلكتروليتات متصلة على التوالى تناسباً طردياً مع كتلتها المكافئة .

تجربة إستنتاج القانون :

عند إمرار **نفس** كمية التيار الكهربى فى **مجموعة** من المحاليل مثل كلوريد الألومنيوم و نترات الفضة و كبريتات النحاس II **فنجد أن** كتل المواد المتكونة عند الكاثود فى الخلايا وهى الألومنيوم ، الفضة ، النحاس على الترتيب تتناسب مع **كتلها المكافئة** و هى على الترتيب (٩ : ١٠٧,٨٨ : ٣١,٧٨) .



الأمبير : (وحدة قياس شدة التيار الكهربى)

هو كمية الكهربية التى إذا تم تمريرها لمدة ثانية واحدة فى محلول أيونات فضة ترسب ١,١١٨ مجم من الفضة .

الفاراداى :

هى كمية الكهربية اللازمة لذوبان أو ترسيب أو تصاعد كتلة مكافئة من المادة عند أحد الأقطاب بالتحليل الكهربى.

(١ فاراداى = ٩٦٥٠٠ كولوم)

القانون العام للتحليل الكهربى

عند مرور واحد فاراداى (**٩٦٥٠٠ كولوم**) خلال محلول إلكتروليتى فإن ذلك يؤدى إلى ذوبان أو تصاعد أو ترسيب كتلة مكافئة جرامية من المادة عند أحد الأقطاب .

قوانين حل مسائل التحليل الكهربى

الكتلة المكافئة الجرامية (الوزن المكافئ) = الوزن الذرى / التكافؤ

الكتلة المترسبة " جم " = كمية الكهربية " فاراداى " × الكتلة المكافئة " جم "

الكتلة المترسبة " جم " = كمية الكهربية " كولوم " × الكتلة المكافئة " جم " / 96500

كمية الكهربية بالكولوم = شدة التيار " أمبير " × الزمن " ثانية "

الكتلة المترسبة " جم " = شدة التيار " أمبير " × الزمن " ثانية " × الكتلة المكافئة " جم " / 96500

كتلة العنصر الأول / كتلة العنصر الثانى = الكتلة المكافئة للعنصر الأول / الكتلة المكافئة للعنصر الثانى

* عدد وحدات الفاراداى اللازمة لترسيب **كتلة مكافئة** من العنصر = **فاراداى** دائماً .

مثال : لترسيب **كتلة مكافئة** من عنصر الأكسجين O^{-2} من محلول أحد أملاحه يلزم **واحد** فاراداى .

* عدد وحدات الفاراداى اللازمة لترسيب **ذرة جرامية** (جم / ذرة) من العنصر = عدد الشحنات " **تكافؤ** " **فاراداى** .

مثال : لترسيب **جم / ذرة** من عنصر الأكسجين بناء على التفاعل $O^{-2} \longrightarrow O_2 + 2e^-$ يلزم 2 فاراداى .

* عدد وحدات الفاراداى اللازمة لترسيب (**مول**) من عنصر = عدد الشحنات " **تكافؤ** " × عدد الذرات **فاراداى** .

مثال : لترسيب **مول** من عنصر الأكسجين بناء على التفاعل $O^{-2} \longrightarrow O_2 + 2e^-$ يلزم 4 فاراداى .

مثال : لترسيب 0,2 **مول** من الأكسجين من التفاعل السابق يلزم 0,8 فاراداى [0,2 × 4] .

تدريب ١ :

إحسب عدد الفاراداى اللازم لترسيب ذرة جرامية (جم / ذرة) من الألومنيوم عند التحليل الكهربى لمصهور Al_2O_3

تدريب ٢ :

احسب عدد الفاراداى اللازمة لترسيب جم / ذرة من الحديد عند التحليل الكهربى لمصهور $FeSO_4$.

مثال (١) :

احسب شدة التيار الكهربى اللازم لمرور كمية كهربية قدرها ٠,١ فاراداى فى محلول إلكتروليتى لمدة نصف ساعة .

الحل :

كمية الكهربية بالكولوم = شدة التيار الكهربى × الزمن بالثوانى

0,1 × 96500 = شدة التيار × ½ × 60 × 60

مثال (٢) :

احسب كمية الكهربية بالكولوم اللازمة لفصل ٥,٦ جم من الحديد $_{26}Fe^{56}$ من كلوريد الحديد (II) علماً بأن تفاعل الكاثود هو : $Fe^{2+} + 2e^- \longrightarrow Fe$



الحل :

الكتلة المكافئة = الوزن الذرى ÷ التكافؤ

= ٥٦ ÷ ٢ = ٢٨ جم

الكتلة المترسبة " جم " = كمية الكهربية " كولوم " × الكتلة المكافئة " جم " / 96500

مثال (٣) :

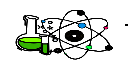
احسب كتلة الخارصين المترسبة عند الكاثود عند مرور تيار كهربى شدته ٢٠ أمبير لمدة ربع ساعة فى محلول كبريتات خارصين (Zn = 65)

الحل :

الكتلة المكافئة = الوزن الذرى ÷ التكافؤ

= ٦٥ ÷ ٢ = ٣٢,٥ جم

الكتلة المترسبة " جم " = شدة التيار " أمبير " × الزمن " ثانية " × الكتلة المكافئة " جم " / 96500






التقويم الرابع

السؤال الأول : اختر الإجابة الصحيحة

١- كمية الكهرباء اللازمة لترسيب مول واحد من ذرات فلز M بالتحليل الكهربائى لمصهورأكسيد M_2O_3 تساوى :
(١ – ٢ – ٣ – ٥) فاراداى

٢- كمية الكهرباء اللازمة لتحرر ذرة جرامية من الكلور :
(٠،٥ – ١ – ٢ – ٤) فاراداى

٣- لترسيب 18 جم من الألومنيوم Al^{27} بالتحليل الكهربى لمحلول كلوريد الألومنيوم $AlCl_3$ يلزم كمية الكهربية :
(٠،٥ – ١ – ٢ – ٤) فاراداى (٩٥/أول)

٤- كمية الكهربية اللازمة لترسيب جرام ذرة من النحاس بناء على التفاعل الآتى : $Cu \longrightarrow Cu^{2+} + 2e^-$
(٠،٥ – ١ – ٢ – ٤) فاراداى (٩٨/أول)

٥- لترسيب 4 جم من فلز الكالسيوم Ca_{40} نتيجة تحليل مصهور كلوريد الكالسيوم $CaCl_2$ كهربياً يلزم :
(٩٦٥٠٠ – ٩٦٥ – ١٩٣ – ١٩٣٠٠) كولوم (٩٧/أول)

٦- لترسيب 9 جم من الألومنيوم Al^{27} بالتحليل الكهربى لمحلول كلوريد الألومنيوم $AlCl_3$ يلزم كمية كهربية :
(٥ – ١ – ٢ – ٣) فاراداى (٩٧/ثانى)

٧- كمية التيار الكهربى اللازمة لترسيب جرام/ذرة من الألومنيوم بناء على التفاعل : $Al \longrightarrow Al^{3+} + 3e^-$
(٠,٥ – ١ – ٢ – ٣) فاراداى

٨- لترسيب جرام/ذرة من فلز ثلاثى التكافؤ يلزم إمرار كمية من الكهرباء فى محلول أحد أملاحه مقدارها :
(٩٦٥٠٠ – ٩٦٥٠ – ١٨٩٠٠٠ – ٢٨٩٥٠٠) كولوم

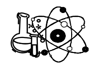
٩- كتلة عنصر الكالسيوم Ca^{40} الناتجة بالتحلل الكهربى لمصهور كلوريد الكالسيوم $CaCl_2$ بإمرار ٤٨٢٥٠ كولوم :
(٤٠ – ١٠ – ٢٠ – ٥٠) فاراداى

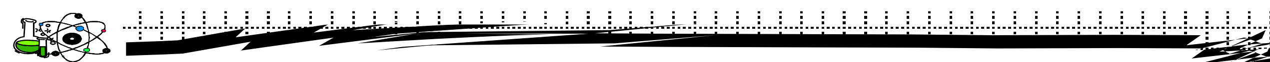
السؤال الثانى : اذكر المفهوم العلمى

١- كمية الكهرباء اللازمة لترسيب أو تصاعد المكافئ الجرامى لأى مادة عند أحد الأقطاب .
٢- كمية الكهرباء اللازمة لترسيب ١,١١٨ ملجم من الفضة .
٣- كمية الكهرباء اللازمة لترسيب ١,١١٨ ملجم من الفضة فى الثانية الواحدة .
٤- كمية الكهرباء التى تنتج عند إمرار تيار كهربى شدته واحد أمبير خلال موصل فى الثانية الواحدة .
٥- الموصلات التى ينتقل فيها التيار الكهربى عن طريق حركة الإلكترونات الحرة .
٦- الموصلات التى ينتقل فيها التيار الكهربى عن طريق حركة الأيونات .
٧- موصلات كهربية يحدث لها تغير كيميائى عند توصيلها للتيار الكهربائى .
٨- عملية فصل مكونات المحلول الالكتروليتى نتيجة مرور تيار كهربى مستمر فيه .
٩- تتناسب كتل المواد المختلفة المتكونة أو المستهلكة بمرور نفس كمية التيار الكهربى مع كتلتها المكافئة .
١٠- تتناسب كتل المواد المختلفة المتكونة أو المستهلكة تناسباً طردياً مع كمية الكهرباء المارة فى الإلكتروليتى .

السؤال الثالث : اذكر السبب العلمى

١- النحاس من المواصلات الالكترونية بينما محلول كبريتات النحاس من الموصلات الالكتروليتية
٢- نحصل على النحاس بالتحليل الكهربى لمحلول كلوريد النحاس II ولا نحصل على الصوديوم بالتحليل الكهربى لمحلول كلوريد الصوديوم علما بأن جهد الإختزال لكل من النحاس ، الماء ، الصوديوم هو على الترتيب
(٠,٣٤ ، - ٠,٤١ ، - ٢,٧)



السؤال الرابع : اشرح

١- أشرح كيف يمكنك تحقيق قانون فاراداى الأول عملياً .

٢- اشرح مع الرسم كيف تحصل على النحاس و على غاز الكلور من محلول كلوريد النحاس II ثم :

- اكتب المعادلات التى توضح تفاعلات الأكسدة و الإختزال التى تحدث عند كل من المصعد و المهبط و كذلك التفاعل الكلى .

- احسب جهد الخلية و وضح هل هذا التفاعل تلقائى أم غير تلقائى إذا كان جهد أكسدة الكلور هو -١,٣٦ فولت و جهد إختزال النحاس هو +٠,٣٤ فولت .

٣- أشرح كيف يمكنك تحقيق قانون فاراداى الثانى عملياً .

السؤال الخامس : أكتب التفاعلات الآتية

١- تفاعل المهبط عند تحضير فلز الصوديوم من كلوريد الصوديوم .

٢- التفاعلات التى تحدث غمس ساق من الخارصين فى محلول كبريتات النحاس .

٣- التفاعلات التى تحدث عند مرور تيار كهربى فى محلول كلوريد النحاس II بين أقطاب بلاتين .

السؤال السادس : احسب عدد الفاراداى اللازمة

١- ترسيب **ذرة جرامية** من الألومنيوم عند التحليل الكهربى لـ Al_2O_3 .

٢- لترسيب جرام / ذرة من الحديد عند التحليل الكهربى لـ $FeSO_4$.

٣- لترسيب جرام/ ذرة من النحاس بناء على التفاعل $Cu^{2+} + 2e^- \longrightarrow Cu$.

٤- لتصاعد **مول** من الكلور عند التحليل الكهربى لـ $CuCl_2$.

٥- لتصاعد **مول** من الأكسجين عند التحليل الكهربى للماء المحمض .

٦- لتحرير جرام / ذرة كلور من الكلور عند التحليل الكهربى لمحلول $CuCl_2$.

مسائل على قانوني فاراداى

١- احسب الزمن اللازم لترسيب ١٨ جم من فلز الألومنيوم $_{13}Al^{27}$ عند مرور تيار كهربى شدته ١٠ أمبير فى خلية تحليلية تحتوى على أكسيد ألومنيوم إذا علمت أن التفاعل عند الكاثود : $Al^{3+} + 3e^- \longrightarrow Al$

٢- أحسب عدد الفاراد اللازم لترسيب ١٠ جم من الفضة Ag_{108} و معادلة الكاثود : $Ag^+ + e^- \longrightarrow Ag$

٣- احسب كمية الكهربية اللازمة لترسيب جرام / ذرة من النحاس بوحدات الكولوم و الفاراداى حسب التفاعل التالى :

$$Cu^{2+} + 2e^- \longrightarrow Cu$$

٤- ما هى كمية الكهربية اللازمة لترسيب ٥,٩ جم من النيكل من محلول كلوريد النيكل (II) علماً بأن تفاعل الكاثود :

$Ni^{2+} + 2e^- \longrightarrow Ni$ [Ni = 59] (١٩٣٠٠ كولوم)

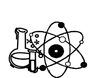
٥- ما هى كتلة كل من البلاتين و الكلور الناتجين من إمرار ٤٨٢٥ كولوم فى محلول كلوريد البلاتين علماً بأن التفاعلات التى تحدث عند الأقطاب هى : $Pt^{4+} + 4e^- \longrightarrow Pt$ ، $2Cl^- \longrightarrow Cl_2 + 2e^-$

[Pt = 195 , Cl = 35,5] (١،٧٧ جم ، ٢،٤٤ جم)

٦- احسب كتلة كل من الذهب و الكلور الناتجين من إمرار كمية من الكهربية مقدارها ١٠٠٠٠ كولوم فى محلول مائى من كلوريد الذهب علماً بأن التفاعلات التى تحدث عند الأقطاب هى :

$Au^{3+} + 3e^- \longrightarrow Au^o$ (Au = 196,98)

$2Cl^- + 2e^-$ Cl_2 (Cl = 35,45)



٧- إذا مر نفس التيار الكهربى فى محاليل كبريتات النحاس و نيترات الفضة و كان وزن النحاس المترسب ٠,٥٣ جم احسب وزن الفضة المترسبة علماً بأن المكافئ الجرامى لكلاً من النحاس و الفضة على الترتيب ٣١,٨ ، ١٠٨ .

٨- فى عملية التحليل الكهربى لمحلول كلوريد الصوديوم بإمرار تيار كهربى شدته ٢ أمبير لمدة ٠,٥ ساعة :
١- إحسب حجم غاز الكلور المتصاعد فى معدل الضغط و درجة الحرارة علماً بأن الكتلة الذرية للكلور ٣٥,٤٥ .
٢- إذا لزم ٢٠ سم^3 من حمض الهيدروكلوريك ٠,٢ مولر لمعايرة ١٠ سم^3 من المحلول بعد عملية التحليل الكهربى ، ما هى كتلة هيدروكسيد الصوديوم المتكون إذا كان حجم المحلول ٠,٥ لتر .

٩- إذا مر نفس التيار الكهربى فى محاليل كبريتات النحاس و نيترات الفضة و كان وزن النحاس المترسب ٠,٥٣ جم احسب وزن الفضة المترسبة علماً بأن المكافئ الجرامى لكلاً من النحاس و الفضة على الترتيب ٣١,٨ ، ١٠٨ .

١٠- أجريت عملية طلاء لشريحة من النحاس مساحتها ١٠٠ سم^2 بإمرار كمية من الكهربية مقدارها ٠,٥ فارادى فى محلول مائى من كلوريد الذهب III و كان الطلاء لوجه واحد فقط :
١- إحسب سمك طبقة الذهب علماً الكتلة الذرية للذهب ١٩٦,٩٨ و كثافته ١٣,٢ جم/سم^3 .
٢- أكتب تفاعل الكاثود .

١١- احسب كمية الكهربية مقدرة بالكولوم لفصل ٢,٨ جم من الحديد Fe^{56} من كلوريد الحديد (II) علماً بأن تفاعل الكاثود هو $Fe^{2+} + 2e^- \longrightarrow Fe$

١٢- احسب كمية الكهربية بالكولوم اللازمة لفصل ٥,٦ جم من الحديد $Fe^{55.8}$ من محلول كلوريد الحديد (III) عندما يكون تفاعل الكاثود $Fe^{3+} + 3e^- \longrightarrow Fe$ (29022,5 كولوم أو 0,3 فارادى)

١٣- احسب الزمن اللازم لترسيب ٩ جم من فلز الألومنيوم عند مرور تيار كهربى شدته ١٠ أمبير فى خلية تحليل تحتوى على أكسيد ألومنيوم إذا علمت أن Al^{27} والتفاعل عند الكاثود : $Al^{3+} + 3e^- \longrightarrow Al$ (٩٩/أول)

١٤- احسب كتلة الخارصين المترسبة عند الكاثود عند مرور تيار كهربى شدته ٢٠ أمبير لمدة ربع ساعة فى محلول كبريتات خارصين . (Zn = 65)

١٥- احسب كتلة النحاس المترسبة من إمرار تيار كهربى شدته ١٠ أمبير لمدة نصف ساعة فى محلول كبريتات النحاس II . (Cu = 63,5)

١٦- احسب شدة التيار الكهربى اللازمة لمرور ٠,١٨ فارادى من الكهربية خلال محلول إلكتروليتى لمدة نصف ساعة . (٠٠ / ثان)

١٧- بالتحليل الكهربى لمحلول يوديد البوتاسيوم يتصاعد غاز الهيدروجين وأبخرة اليود، فإذا كان زمن مرور التيار الكهربى نصف ساعة وشدة التيار الكهربى 5 أمبير : (٠٢/ثان)
١- احسب كتلة كل من اليود والهيدروجين المتصاعد .
٢- اكتب التفاعلات التى تحدث عند الأقطاب . [I = 127 , H = 1]

١٨- احسب كتلة الفضة المترسبة عند إمرار تيار كهربى شدته ١٠ أمبير فى محلول نيترات فضة لمدة نصف ساعة بين قطبى من الفضة اكتب معادلة تفاعل الكاثود . [Ag = 108]

١٩- ينتج فلز الألومنيوم بالتحليل الكهربى لمصهور أكسيد الألومنيوم احسب الزمن اللازم لترسيب ١٨ جرام من الألومنيوم عند مرور تيار كهربى شدته ٢٠ أمبير علماً بأن تفاعل الكاثود هو : $Al^{3+} + 3e^- \longrightarrow Al$

٢٠- كم دقيقة تلزم لترسيب ٣,١٧٥ جرام من النحاس من محلول كبريتات النحاس II عند مرور تيار كهربى شدته ١٠ أمبير . (Cu = 63,5)

٢١- احسب عدد الفاراداى اللازم لترسيب ٢١,٦ جرام من الفضة على سطح ملعقة أثناء عملية الطلاء بالكهرباء
التفاعل عند الكاثود : $Ag^+ + e^- \longrightarrow Ag$ (Ag = 108)

٢٢- احسب حجم غاز الكلور المتصاعد فى معدل الضغط ودرجة الحرارة عند إمرار تيار كهربى شدته ١٠ أمبير لمدة ٢٠ دقيقة أثناء عملية التحليل الكهربى لمحلول كلوريد الصوديوم NaCl . (Cl = 35,45)

٢٣- احسب عدد الفاراداى اللازم لترسيب ١٠,٨ جم من الفضة على سطح ملعقة خلال عملية الطلاء بالكهرباء
التفاعل عند الكاثود : $Ag^+ + e^- \longrightarrow Ag$ (Ag = 108)

٢٤- خليتان تحليليتان تحتوى الأولى على محلول نترات الفضة ، الثانية على محلول كبريتات نحاس متصلتان معاً على التوالى أمرت بهما كمية واحدة من الكهرباء فزادت كتلة الكاثود فى الخلية الاولى بمقدار ٥,٤ جم احسب الزيادة فى كتلة كاثود الخلية الثانية و اكتب تفاعل الكاثود فى الخلية الأولى . (Ag = 108 , Cu = 63,5)

٢٥- عند التحليل الكهربى لمحلول كلوريد الذهب $AuCl_3$ احسب كتلة كلاً من الذهب و الكلور الناتجة من عملية التحليل فى الحالات الآتية : (Au = 197 , Cl = 35,5)
١- عند مرور كمية كهرباء مقدرها ٢ فاراداى .
٢- عند مرور كمية كهرباء مقدرها ٩٦٥ كولوم .
٣- عند مرور تيار شدته ٧ أمبير لمدة ٣ ساعات .
٤- اكتب تفاعلات الآنود و الكاثود .

٢٦- أمر تيار كهربى شدته ١٠ أمبير فى محلول نترات الفضة فترسب ٢١,٩ جم من الفضة احسب الزمن اللازم لذلك . (Ag = 108) (١٩٥٦ ثانية أو ٣٢,٦دقيقة)

٢٧- عند امرار كمية من الكهرباء قدرها ٠,١ فاراداى فى محلول كلوريد نحاس II فإذا علمت أن الذرة الجرامية للنحاس هى ٦٣,٥ جم و للكلور هى ٣٥,٥ جم .
١- احسب الزيادة فى وزن الكاثود . (٣,١٧٥ جم)
٢- احسب حجم الغاز المتصاعد عند الآنود . (١,١٢ لتر)

٢٨- إذا لزم ١٩٣٠٠٠ كولوم من الكهرباء لترسيب ٦٥ جم لفلز من إلكتروليت يحتوى على أيوناته احسب الكتلة المكافئة الجرامية للفلز .

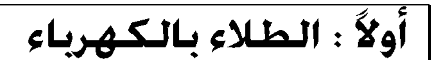
٢٩- أمرت كمية من الكهربية قدرها ٨ فاراداى فى ماء محمض أوجد : (O = ١٦ ، H = ١)
١- حجم الهيدروجين المتصاعد عند الكاثود .
٢- حجم الاكسجين المتصاعد عند الآنود .
٣- اكتب تفاعلات الآنود و الكاثود .

٣٠- احسب كمية الكهرباء اللازمة لتصاعد ١١,٢ لتر من غاز الكلور عند الانود عند التحليل الكهربى لمحلول كلوريد النحاس $CuCl_2$ (Cu = 63,5)

سبحان الله و بحمده سبحان الله العظيم

تطبيقات على التحليل الكهربى

١) الطلاء بالكهرباء . **٢) تحضير الألومنيوم .** **٣) تنقية المعادن .**



أولاً : الطلاء بالكهرباء

هى عملية تكوين طبقة رقيقة من فلز معين على سطح فلز آخر .

أهمية الطلاء الكهربى :

(١) منع تآكل المعدن (منع الصدأ) .
(٢) إعطاء المعدن بريق و لمعان .
(٣) رفع القيمة الإقتصادية للمعادن الرخيصة بطلائها بمعدن نفيس .



تجربة عملية لطلاء إبريق بطبقة من الفضة

فضة
أيونات فضة
إبريق

١ - نظف سطح الإبريق جيداً .
٢ - نكون خلية تحليلية :
- يتم توصيل لوح من " الفضة " بالقطب الموجب للبطارية " + "
و بذلك يمثل لوح الفضة أنود الخلية التحليلية .
- يتم توصيل " الإبريق " بالقطب السالب للبطارية " – " و بذلك يمثل الإبريق كاثود الخلية .
- المحلول الإلكتروليتى أحد أملاح مادة الطلاء " نيترات الفضة " .

التفاعلات :



عند مرور التيار الكهربى :

- يتأين الإلكتروليت : $AgNO_3 \longrightarrow Ag^{+} + NO_3^{-}$
- **عند الآنود** (القطب الموجب) : تتأكسد فضة الآنود إلى أيونات فضة تذوب فى المحلول .

$$Ag \longrightarrow Ag^{+} + e^{-}$$

- **عند الكاثود** (القطب السالب) : تُختزل أيونات الفضة إلى الفضة و تترسب على الإبريق .

$$Ag^{+} + e^{-} \longrightarrow Ag$$

ملحوظة :

فى خلية الطلاء الكهربى يتم توصيل لوح من المادة المراد الطلاء بها بالقطب الموجب للبطارية و يتم توصيل الجسم المراد طلائه بالقطب السالب للبطارية و الإلكتروليت أحد أملاح مادة الطلاء (الآنود) .



اللهم فاطر السماوات و الأرض ، علاّم الغيب و الشهادة ، ذا الجلال و الإكرام ، إنى اعهد إليك فى هذه الحياة الدنيا ، و أشهدك و كفى بك شهيداً أنى أشهد أن لاإله إلا أنت وحدك لا شريك لك ، و أن محمداً عبدك و رسولك ، و أشهد أن وعدك حق ، و لقاءك حق ، و الجنة حق ، و أن الساعة لاريب فيها ، و أنك تبعث من فى القبور ، و أنك إن تكلنى إلى نفسى تكلنى إلى ضعف و عورة و ذنب و خطيئة ، و إنى لا أثق إلا برحمتك فأغفر لى ذنوبى كلها و تب علىّ إنك أنت التواب الرحيم .

ثانياً : تحضير الألومنيوم

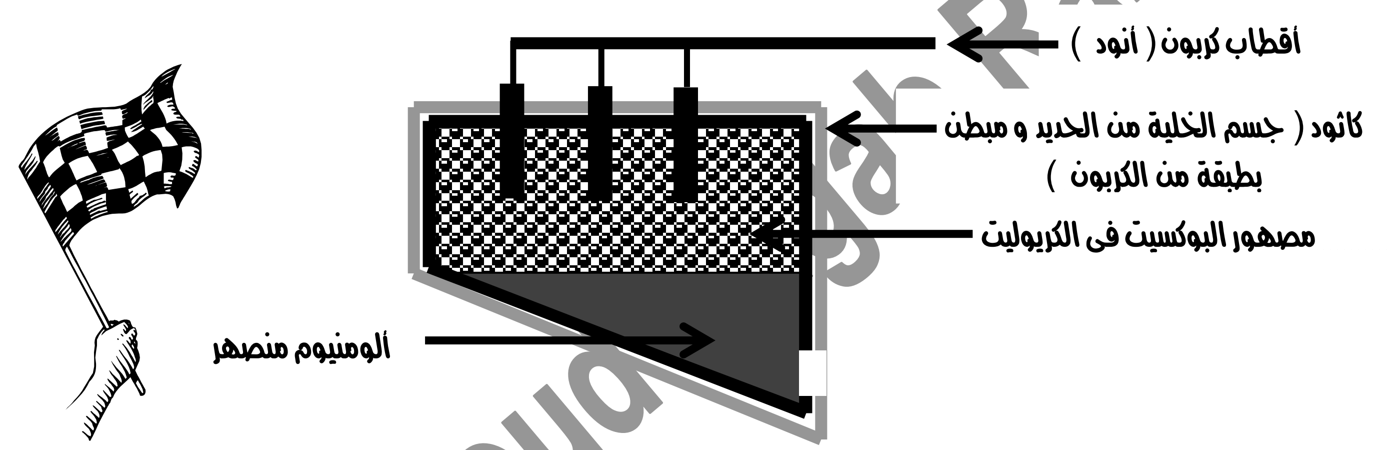
يستخلص الألومنيوم من التحليل الكهربى لخام **البوكسيت** (Al_2O_3) المذاب فى مصهور **الكريوليت** (Na_3AlF_6) و المحتوى على قليل من **الفلورسبار** (CaF_2) **لخفض** درجة انصهار المخلوط من 2045 °م إلى 950 °م

التفاعلات :

عند مرور التيار الكهربى :

- يتأين الإلكتروليت : $Al_2O_3 \longrightarrow 2Al^{3+} + 3O^{2-}$
- **عند الآنود** (القطب الموجب = المصعد) : $3O^{2-} \longrightarrow \frac{3}{2}O_2 + 6e^-$
- **عند الكاثود** (القطب السالب = المهبط) : $2Al^{3+} + 6e^- \longrightarrow 2Al$

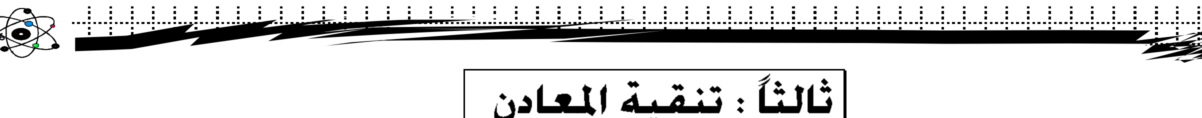
و يتفاعل الأكسجين المتصاعد مع أقطاب كربون المصعد مكوناً غازات أول و ثانى أكسيد الكربون فتتآكل أقطاب المصعد ولذا يجب تغييرها باستمرار : $\frac{3}{2}O_2 + 2C \longrightarrow CO + CO_2$



حديثاً :

يستعاض عن الكريوليت بإستخدام مخلوط من فلوريدات الألومنيوم و الصوديوم و الكالسيوم حيث يعطى هذا المخلوط مع البوكسيت مصهوراً يتميز بانخفاض درجة إنصهاره و كذلك إنخفاض كثافته مقارنة بالمصهور مع معدن الكريوليت (انخفاض كثافة المصهور يسهل عملية فصل الألومنيوم المنصهر و الذى يكون راسباً فى قاع خلية التحليل) .

المقارنة	بطارية أيون الليثيوم	المركم الرصاصى
نوع الخلية	خلية ثانوية	خلية ثانوية
القطب السالب (الآنود)	جرافيت ليثيوم LiC_6	شبكة من الرصاص مملوءة برصاص إسفنجى (Pb)
القطب الموجب (الكاثود)	أكسيد كوبلت ليثيوم $LiCoO_2$	شبكة من الرصاص مملوءة بعجينة من ثانى أكسيد الرصاص (PbO)
الإلكتروليت	سداسى فلوريد فوسفات ليثيوم لا مائى $LiPF_6$	حمض الكبريتيك المخفف
التفاعل الكلى	$LiC_6 + CoO_2 \rightleftharpoons C_6 + LiCoO_2$	$Pb + PbO_2 + 2H_2SO_4 \rightleftharpoons 2PbSO_4 + 2H_2O$
الرمز الاصطلاحى	$Li / Li^+ // Li^+ / Li$	$Pb / Pb^{+2} // Pb^{+4} / Pb^{+2}$
ق.د.ك	٣ فولت	٢ فولت

ثالثاً : تنقية المعادن

درجة نقاوة المعادن التى يتم تحضيرها صناعياً أقل من درجة النقاوة المطلوبة لبعض الإستخدامات المعينة و بالتالى تقل كفاءتها .

<u>مثال</u> :

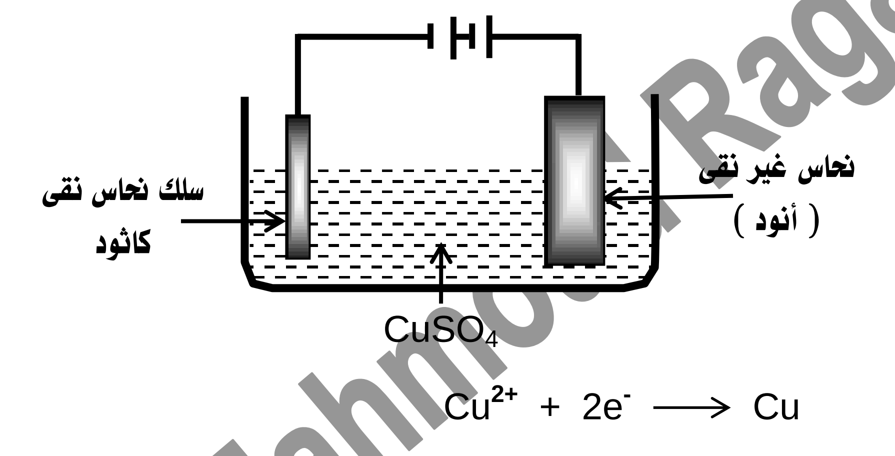
النحاس الذى نقاوته ٩٩ ٪ جودة توصيله الكهربى منخفضة لوجود شوائب من الخارصين و الحديد و الفضة و الذهب مختلطة معه و لذلك يستخدم التحليل الكهربى لتنقية النحاس للحصول على نحاس نقى ٩٩٫٩٥ ٪ جيد التوصيل للتيار الكهربى .

<u>تتكون خلية تنقية النحاس من</u> :

[١] لوح **<u>النحاس الغير نقى</u>** ويتم توصيله بالقطب **<u>الموجب</u>** للمصدر الكهربى وبذلك يمثل **<u>أنود</u>** الخلية التحليلية .

[٢] سلك من **<u>النحاس النقى</u>** ويتم توصيله بالقطب **<u>السالب</u>** للمصدر الكهربى وبذلك يمثل **<u>كاثود</u>** الخلية التحليلية .

[٣] **<u>محلول إلكتروليتى</u>** من أحد أملاح النحاس " **<u>كبريتات النحاس</u>** " .



عند مرور التيار الكهربى :

- يتأين الإلكتروليت :

$$CuSO_4 \longrightarrow Cu^{2+} + SO_4^{2-}$$

- يذوب النحاس (يتأكسد) عند **<u>الآنود</u>** و يتحول إلى أيونات نحاس :

$$Cu \longrightarrow Cu^{2+} + 2e^-$$

ثم تعود و تترسب أيونات النحاس فى صورة نحاس نقى مرة أخرى عند **<u>الكاثود</u>** :

$$Cu^{2+} + 2e^- \longrightarrow Cu$$

<u>بالنسبة للشوائب</u> فيوجد إحتمالين هما :

١- شوائب <u>الحديد و الخارصين</u> **تتأكسد** و تذوب فى المحلول و لكنها **لا تترسب** عند الكاثود **لصعوبة** إختزالها بالنسبة لأيونات النحاس .

٢- شوائب <u>الذهب و الفضة</u> **لا تتأكسد** عند قطب النحاس و **تتساقط** أسفل **الآنود** و **تزال** من قاع الخلية .

<u>بهذه الطريقة يمكن الحصول على نحاس نقى (٩٩٫٩٥ %) بالإضافة إلى إمكانية فصل بعض المعادن النفيسة مثل الذهب و الفضة من خامات النحاس .</u>

س :كيف يمكن الحصول على الذهب الخالص من سلك نحاس يحتوى على شوائب من الذهب ؟

س : النحاس النقى ٩٩ % يحتوى على نسبة شوائب وضح كيف يمكن تنقيته من الشوائب للحصول على نحاس نقاوته ٩٩٫٩٥ %

اللّهم من اعتز بك فلن يُذل ، و من اهتدى بك فلن يُضل ، و من استكثر بك فلن يُقل ، و من استقوى بك فلن يُضعف ، و من استغنى بك فلن يُفتقر ، و من استنصر بك فلن يُغلب ، و من توكل عليك فلن يُخيب ، و من جعلك ملاذاً فلن يُضيع ، و من اعتصم بك فقد هُدى إلى صراط مستقيم ، اللّهم فكن لنا ولياً و نصيرا ، و كن لنا مُعيناً و مجيرا ، إنك كنت بنا بصيرا ....



التقويم الخامس

السؤال الأول : اذكر المفهوم العلمى

١- موصلات ينتقل فيها التيار الكهربى عن طريق حركة الإلكترونات الحرة .
٢- موصلات ينتقل فيها التيار الكهربى عن طريق حركة الأيونات .
٣- جسيمات مادية فقيرة بالإلكترونات تتحرك فى المحلول أو المصهور الإلكتروليتى عند مرور التيار الكهربى فيه .
٤- جسيمات مادية غنية بالإلكترونات تتحرك فى المحلول أو المصهور الإلكتروليتى عند مرور التيار الكهربى فيه .
٥- عملية فصل مكونات المحلول الإلكتروليتى نتيجة مرور تيار كهربى مستمر فيه .
٦- عملية تكوين طبقة رقيقة من فلز معين على سطح فلز آخر لإعطائه مظهر جميل و حمايته من الصدأ .

السؤال الثانى : اذكر السبب العلمى

١- يجب تغيير أقطاب الجرافيت فى خلية التحليل عند استخلاص الألومنيوم من البوكسيت .
٢- يستعاض عن الكريوليت بمخلوط من أملاح فلوريدات الألومنيوم و الصوديوم و الكالسيوم .
٣- عند تنقية معدن النحاس من الشوائب لا يحدث ترسيب للشوائب مرة أخرى مع النحاس .

السؤال الثالث : أشرح

١- طريقة تنقية النحاس من الشوائب كهربياً .
٢- كيفية طلاء إبريق من النحاس بطبقة من الفضة .
٣- كيفية إستخلاص الألومنيوم من خاماته .

السؤال الرابع : أذكر دور أو وظيفة كلاً من

١- الكريوليت والفلورسبار عند استخلاص الألومنيوم كهربياً .
٢- طلاء المعادن كهربياً .

السؤال الخامس : أكتب التفاعلات

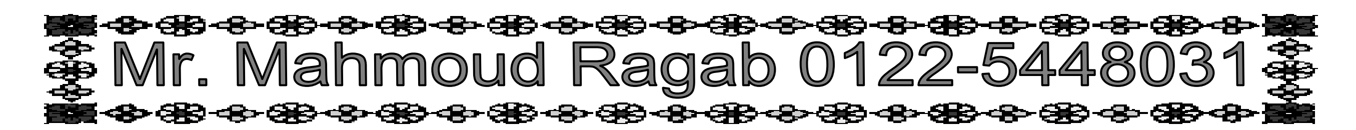
التى تحدث عند إستخلاص الألومنيوم من خام البوكسيت .

السؤال الرابع : اختر الإجابة الصحيحة من بين الأقواس

عند طلاء معلقة من النحاس بطبقة من الفضة يستخدم :
(كاثود من الفضة فى محلول كبريتات النحاس – أنود من الفضة فى محلول نيترات الفضة – كاثود من الفضة فى محلول نيترات الفضة) . (٠١/ثان)

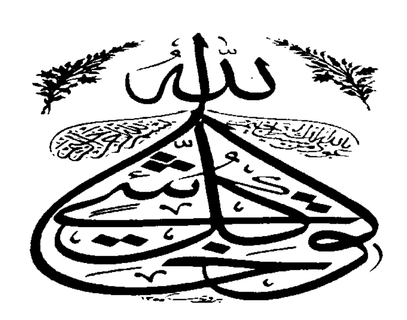
السؤال الخامس :

١- اشرح الخطوات التى تتبع فى تنقية فلز النحاس غير النقى باستخدام التحليل الكهربى .
٢- إذا أعطيت ملعقة من الحديد أشرح الخطوات التى تتبعها لطلائها كهربياً بالفضة مع كتابة المعادلات و الرسم .
٣- ارسم رسماً تخطيطياً لجهاز إستخلاص الألومنيوم من البوكسيت المذاب فى مصهور الكريوليت .
٤- لديك ميدالية من النحاس و طلب منك زيادة قيمتها ما هى الخطوات الواجب إتباعها لطلائها بطبقة من الفضة . اكتب معادلات الأكسدة و الإختزال .



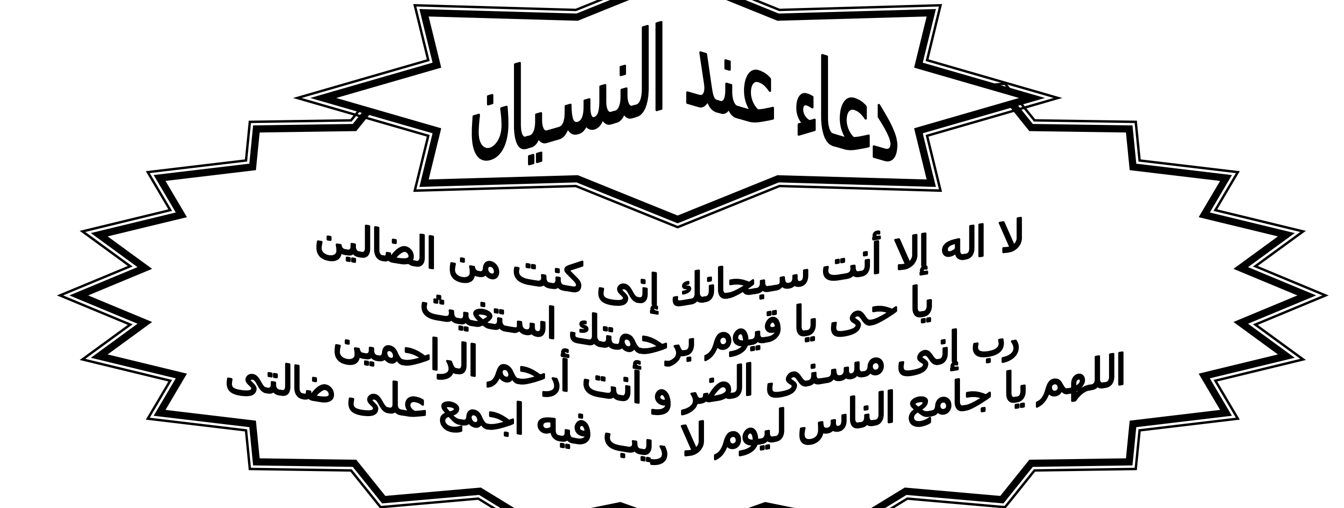






Mr. Mahmoud Ragab 0122-5448031





مذكرة المنار



Mr. Mahmoud Ragab

معلم أول العلوم

مدرسة آل السعيد الثانوية

شبرا صورة

المشرف العام على مادة الكيمياء بموقع الثانوية العامة الجديدة

اسم الطالب

....

مقدمة

مرحباً بك عزيزى طالب الصف الثالث الثانوى و تهنئة من القلب على إجتيازك الصف الثانى الثانوى بنجاح و نتمنى لك كل التوفيق فى هذا العام الجديد .

مذكرة المنار مع أطيب أمنياتى بالنجاح و التوفيق .

أهم أسباب التفوق فى الشهادة الثانوية (إن شاء الله)

❶ التقـوى : يجـب علـى الطالـب أن يتـق الله عـزو جـل فـى أفعالـه و أقوالـه حتـى يحصـل علـى العلـم عمـلا بقولـه تعالى " و اتقوا الله و يعلمكم الله " لذلك يجب عليه تبعاً لذلك ترك المعاصى و التوبة إلى الله توبة نصوحا.

❷ المحافظة على الصلاة في أوقاتها خاصة صلاة الفجر .

❸ اللجوء لله بكثرة الدعاء له و التوكل عليه فى التوفيق فى المذاكرة و تحصيل العلم.

❹ تنظيم الوقت جيداً و عمل جدول أسبوعى للمذاكرة بحيث تكون هناك ساعات فى اليوم لمذاكرة الدروس الجديدة و عمل الواجبات و ساعات أخرى لمراجعة القديم ، كما يراعى فى التنظيم أن تراجع كل مادة على الأقل مرة واحدة فى الأسبوع.

❺ قبـل المـذاكرة اقـرأ و لـو صـفحة واحـدة مـن القـرآن الكـريم بتركيـز شـديد و تمعـن و تـدبر حتـى يكـون ذهنـك صـافياً و بعد ذلك يبدأ عقلك فى التركيز فى تحصيل العلم فقط دون تشويش من أى مؤثر خارجى .

❻ ابدأ المذاكرة بدعاء قبل المذاكرة و اختمها بدعاء بعد المذاكرة .

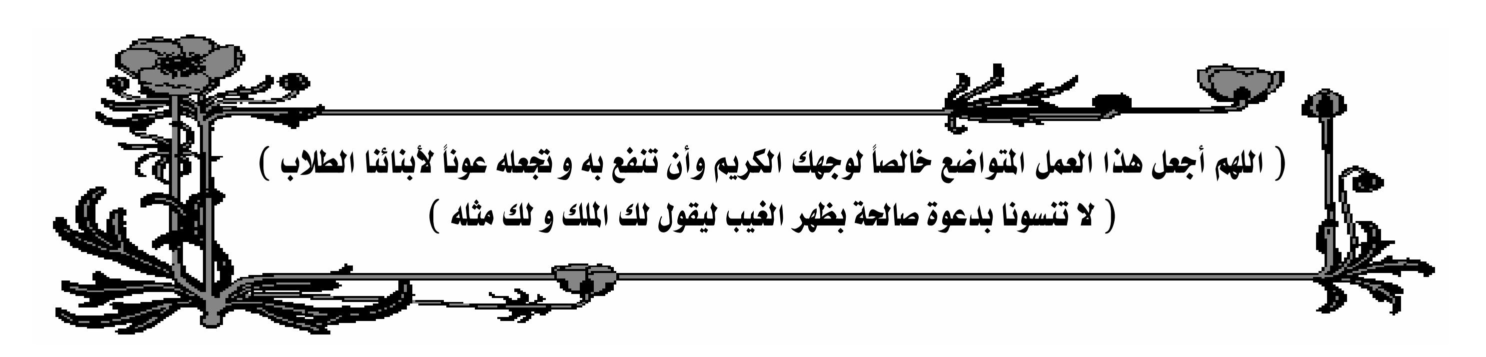
❼ أثناء المذاكرة حاول أن تستخدم عدة طرق لتثبيت المعلومات كالتالى : اقرأ الجزء الذى ستذاكره كاملاً أول مرة ثم قم بتقسيمه إلى عدة عناوين و أجزاء ثم ذاكر كل جزء على حدة بالصوت العالى مرة و بالقراءة مرة و بالكتابة مرة أخرى ثم ذاكر جميع الأجزاء معاً ثم قم بحل بعض الأسئلة على الدرس كاملاً .

🕮 دعاء قبل المذاكرة 🕮

❁ " اللهم إنى أسألك فهم النبيين و حفظ المرسلين و إلهام الملائكة المقربين ، اللهم اجعل ألسنتنا عامرة بذكرك و قلوبنا بخشيتك و أسرارنا بطاعتك إنك على كل شئ قدير و حسبنا الله و نعم الوكيل " ❁

🕮 دعاء بعد المذاكرة 🕮

❁ " اللهم إني أستودعك ما قرأت وما حفظت فرده علي عند حاجتي إليه يا رب العالمين " ❁





اللّهم إنى أعوذ بك من الهم و الحزن ، و أعوذ بك من العجز و الكسل ، و أعوذ بك من غلبة الدّين و قهر الرجال ، اللهم إنى أعوذ بك من الفقر إلا إليك و من الذل إلا لك و من الخوف إلا منك ، و أعوذ بك أن أقول زوراً أو أغشى فجوراً أو أكون بك مغروراً ، و أعوذ بك من شماتة الأعداء و عضال الداء و خيبة الرجاء ، اللهم إنى أعوذ بك من شر الخلق و همّ الرزق و سوء الخُلق يا أرحم الراحمين و يا رب العالمين .



نبــذة تاريخيــة :

استخدم الإنسان فى حياته منذ القدم كثيراً من المواد التى استخلصها من الحيوانات و النباتات مثل : الدهون و الزيوت و السكر و الخل . كما استخدم المصريون القدماء : العقاقير فى عمليات التحنيط و الأصباغ ذات الألوان الثابتة فى الرسم على معابدهم و التى مازالت ناصعة حتى الآن .



⋆ **قسم برزيليوس المركبات إلى نوعين :**

(أ) <u>المركبات العضوية</u> : هى مركبات تستخلص من مواد ذات أصل نباتى أو حيوانى .

(ب) <u>المركبات غير العضوية</u> : هى مركبات تستخلص من مصادر معدنية من باطن الأرض .

<u>نظرية القوى الحيوية</u> (برزيليوس) ١٨٠٦م

تتكون المركبات العضوية داخل خلايا الكائنات الحية فقط بواسطة قوى حيوية و لا يمكن تحضيرها فى المختبر .

<u>تحطيم نظرية القوى الحيوية</u> (فوهلر) ١٨٢٨م

تمكن من تحضير اليوريا (البولينا) فى المختبر و هو " مركب عضوى يتكون فى بول الثدييات " و ذلك بتسخين المحلول المائى لمركبين غير عضويين هما كلوريد الأمونيوم و سيانات الفضة :

$$NH_4Cl + AgCNO \longrightarrow AgCl + NH_4CNO$$

سيانات أمونيوم $NH_4CNO \xrightarrow{\Delta} H_2N\text{-}CO\text{-}NH_2$ اليوريا

⇦ كانت هذه هي البداية التي انطلقت منها العلماء ليملئوا الدنيا بمركباتهم العضوية فى شتى مناحى الحياة من عقاقير و منظفات و أصباغ و بلاستيك و أسمدة و مبيدات حشرية ... إلخ . (عدد المركبات العضوية أكثر من 10 مليون و غير العضوية ½ مليون)

⇦ علل : أصبحت تعرف المادة العضوية على أساس بنيتها التركيبية و ليس على أساس مصدرها .

لأن معظم المركبات العضوية التى تم تحضيرها فى المختبرات لا تتكون إطلاقاً داخل خلايا الكائنات الحية .

⇦ علل : وفرة المركبات العضوية .

جـ : لإختلاف قدرة ذرات الكربون على الإرتباط مع بعضها أو مع غيرها من الذرات بطرق عديدة فقد ترتبط بروابط أحادية أو ثنائية أو ثلاثية :

H — C ≡ N   O = C = O   H — C(H) = O   H — C(H)(H) — H

و ترتبط على هيئة سلاسل **مستمرة** أو سلاسل **متفرعة** أو حلقات **متجانسة** أو حلقات **غير متجانسة** :

حلقة غير متجانسة   **حلقة متجانسة**   **سلسلة متفرعة**   **سلسلة مستمرة**

✍ و أمام هذا الكم الهائل من المركبات العضوية تمكن العلماء من تصنيفها بشكل منظم فى مجموعات قليلة العدد نسبياً حتى يسهل دراسة خواصها **كما** وضعوا أساساً لتسميتها .

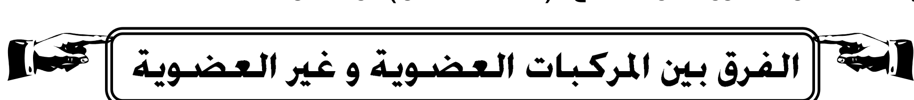


☒ **علم الكيمياء العضوية :**

علم يهتم بدراسة مركبات عنصر الكربون باستثناء أكاسيد الكربون و أملاح الكربونات و السيانيد .

☒ **علم الكيمياء غير العضوية :**

علم يهتم بدراسة بقية العناصرالمعروفة و عددها (111 عنصر) أو أكثر .



الفرق بين المركبات العضوية و غير العضوية

نحضر بعض المواد **العضوية** الصلبة **مثل :** شمع البرافين و السائلة **مثل :** الجلسرين و بعض المواد **غير العضوية** الصلبة **مثل :** ملح الطعام و المواد السائلة **مثل :** الماء و نقارن بين خواصها في الجدول التالي :

وجه المقارنة	المركبات العضوية	المركبات غير العضوية
التركيب الكيميائى	يشترط أن تحتوى على عنصر الكربون	قد تحتوى على عناصر أخرى غير الكربون
الذوبان	لا تذوب فى الماء غالباً وتذوب فى المذيبات العضوية مثل البنزين .	تذوب فى المذيبات القطبية مثل الماء
درجة الإنصهار	منخفضة	مرتفعة
درجة الغليان	منخفضة	مرتفعة
الرائحة	لها روائح مميزة غالباً	عديمة الرائحة غالباً
الإشتعال	تشتعل و ينتج دائماً H_2O , CO_2	غير قابلة للإشتعال غالباً
أنواع الروابط	روابط تساهمية	روابط أيونية غالباً
التوصيل الكهربى	مواد لا إلكتروليتية لا توصل التيار الكهربى	مواد إلكتروليتية توصل التيار الكهربى غالباً
سرعة التفاعلات	بطيئة ؛ لأنها تتم بين الجزيئات	سريعة ؛ تتم بين الأيونات
البلمرة أو التجمع	تتميز بقدرتها على تكوين بوليمرات	لا توجد غالباً
المشابهة الجزيئية (الأيزوميرزم)	توجد بين كثير من المركبات	لا توجد غالباً

⇦ **علل لما يأتى :**

(١) عند إحتراق المركبات العضوية تشتعل و ينتج دائماً بخار الماء و ثانى أكسيد الكربون .

(٢) المركبات العضوية لا توصل التيار الكهربى و المركبات غير العضوية توصل التيار الكهربى غالباً .

(٣) المركبات العضوية تفاعلاتها بطيئة بينما المركبات غير العضوية تفاعلاتها سريعة .

⋆ **الصيغة الجزيئية :**

صيغة تبين نوع وعدد ذرات كل عنصر فى الجزئ فقط و لا تبين طريقة ارتباط الذرات مع بعضها فى الجزئ .

⋆ **الصيغة البنائية :**

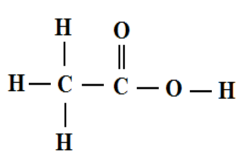
صيغة تبين نوع وعدد ذرات كل عنصر فى الجزئ و تبين طريقة إرتباط الذرات مع بعضها بالروابط التساهمية .

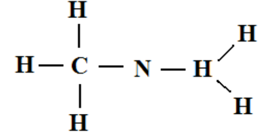
ملحوظـــــة

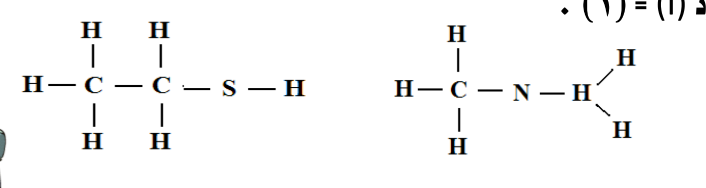
عدد الروابط التساهمية حول الذرة يبين تكافؤها فكل رابطة تساهمية واحدة تمثل تكافؤ واحد :

تكافؤ الكربون (C) = (٤) و تكافؤ النيتروجين (N) = (٣) و تكافؤ الأكسجين (O) = (٢) و تكافؤ الهيدروجين (H) = (١) و تكافؤ الهالوجينات : الفلور (F) ، الكلور (Cl) ، البروم (Br) ، اليود (I) = (١) .

أمثلة :









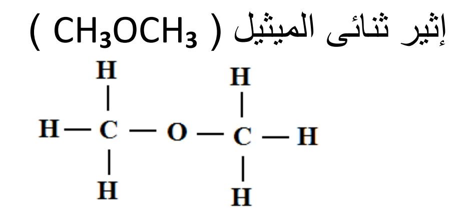
المشابهة الجزيئية (التشكل) Isomerism



ظاهرة إتفاق بعض المركبات العضوية فى صيغة جزيئية واحدة و اختلافها فى الخواص الفيزيائية و الكيميائية نتيجة اختلافها فى الصيغة البنائية .

مثال: الصيغة الجزيئية C_2H_6O تمثل **مركبين** مختلفين تماماً فى الخواص هما :

الكحول الإيثيلى (C_2H_5OH) — إثير ثنائى الميثيل (CH_3OCH_3)



	الكحول الإيثيلى	إثير ثنائى الميثيل
* درجـــــة الغليـــان :	٧٨,٥ ْم	ـ ٢٩,٥ ْم
* درجـــــة الإنصهار :	ـ ١١٧,٣ ْم	ـ ١٣٨ ْم
* التفاعل مع الصوديوم :	يتفاعل	لا يتفاعل



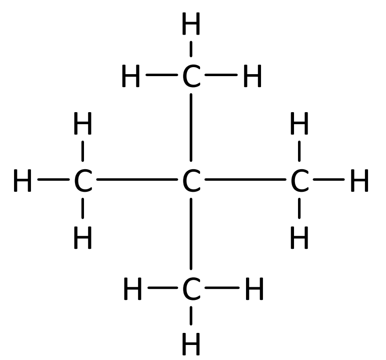


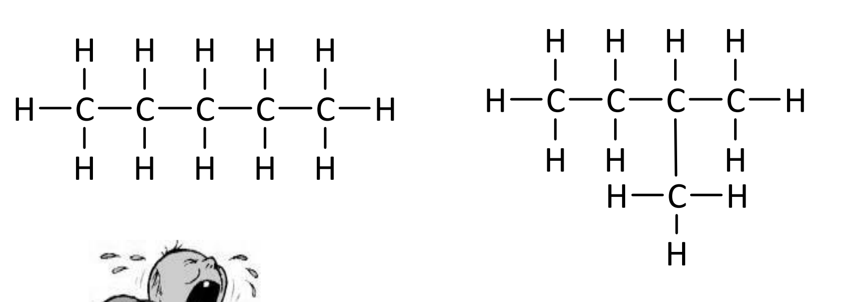
⇦ **علل : لا تكفى الصيغة الجزيئية للتعبير عن المركبات العضوية .**

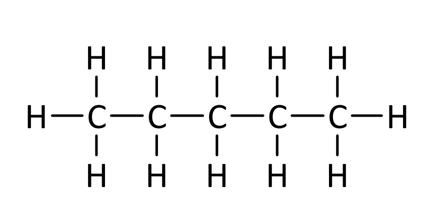
⇦ **علل : الإيثانول و إثير ثنائى الميثيل متشاكلين جزيئيين .**

ملحوظـــــة : قد تظهر الصيغة البنائية كما لو كان الجزئ مُسطحاً ولكنه فى الواقع مجسم تتجه ذراته فى الأبعاد الفراغية الثلاثة و لذلك يستخدم **النماذج الجزيئية " و هى أنواع عديدة أحد هذه الأنواع يستخدم كرات من البلاستيك و تمثل فيه ذرات كل عنصر بلون معين و حجم معين " .**

مثال : متشكلات الصيغة الجزيئية C_5H_{12} هى :



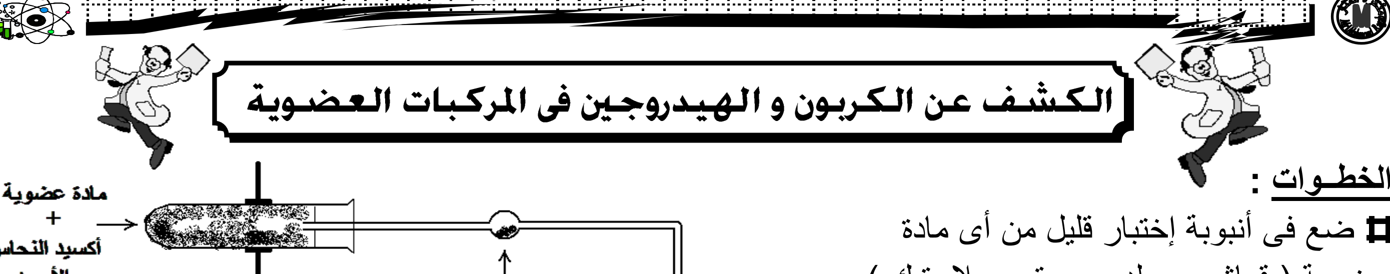






تدريب : ارسم الصيغة **البنائية** للمركبات الآتية :

CH_3OH , C_2H_2 , C_2H_4 , $C_2H_4Br_2$



الكشف عن الكربون و الهيدروجين فى المركبات العضوية

مادة عضوية + أكسيد النحاس الأسود

كبريتات نحاس لامائية

لهب

ماء جير

الخطوات :

⌗ ضع فى أنبوبة إختبار قليل من أى مادة عضوية (قماش – جلد – ورق – بلاستيك) .

⌗ إخلطها مع أكسيد النحاس CuO فى أنبوبة إختبار تتحمل الحرارة .

⌗ أمرر الأبخرة و الغازات الناتجة على مسحوق كبريتات النحاس اللامائية البيضاء ثم على ماء الجير .

المشاهدة :

☒ يتحول لون كبريتات النحاس الأبيض إلى اللون الأزرق : مما يدل على أمتصاصها لبخار الماء الذى تكون من أكسجين أكسيد النحاس و هيدروجين المادة العضوية :

$$CuO + 2H \xrightarrow{\Delta} Cu + H_2O$$

☒ يتعكر ماء الجير : مما يدل على خروج غاز ثانى أكسيد الكربون الذى تكون من أكسجين أكسيد النحاس و كربون المادة العضوية

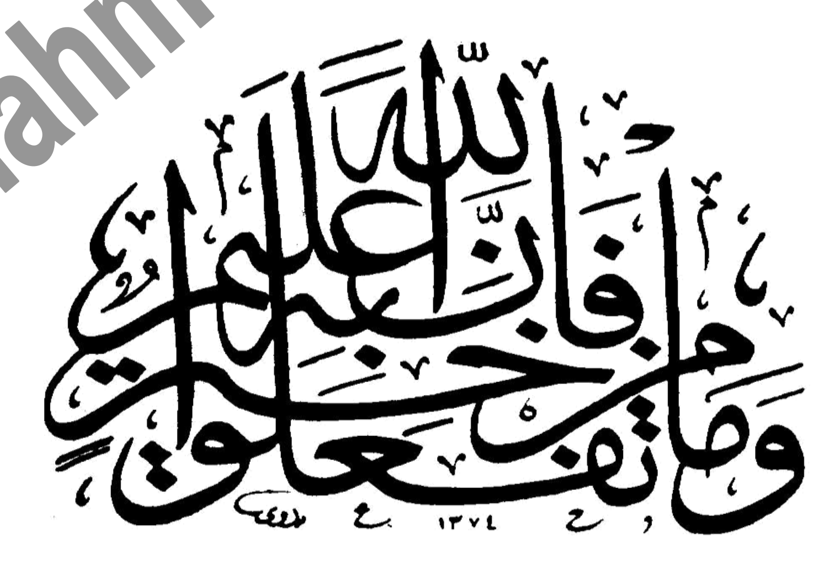
$$2CuO + C \xrightarrow{\Delta} 2Cu + CO_2$$

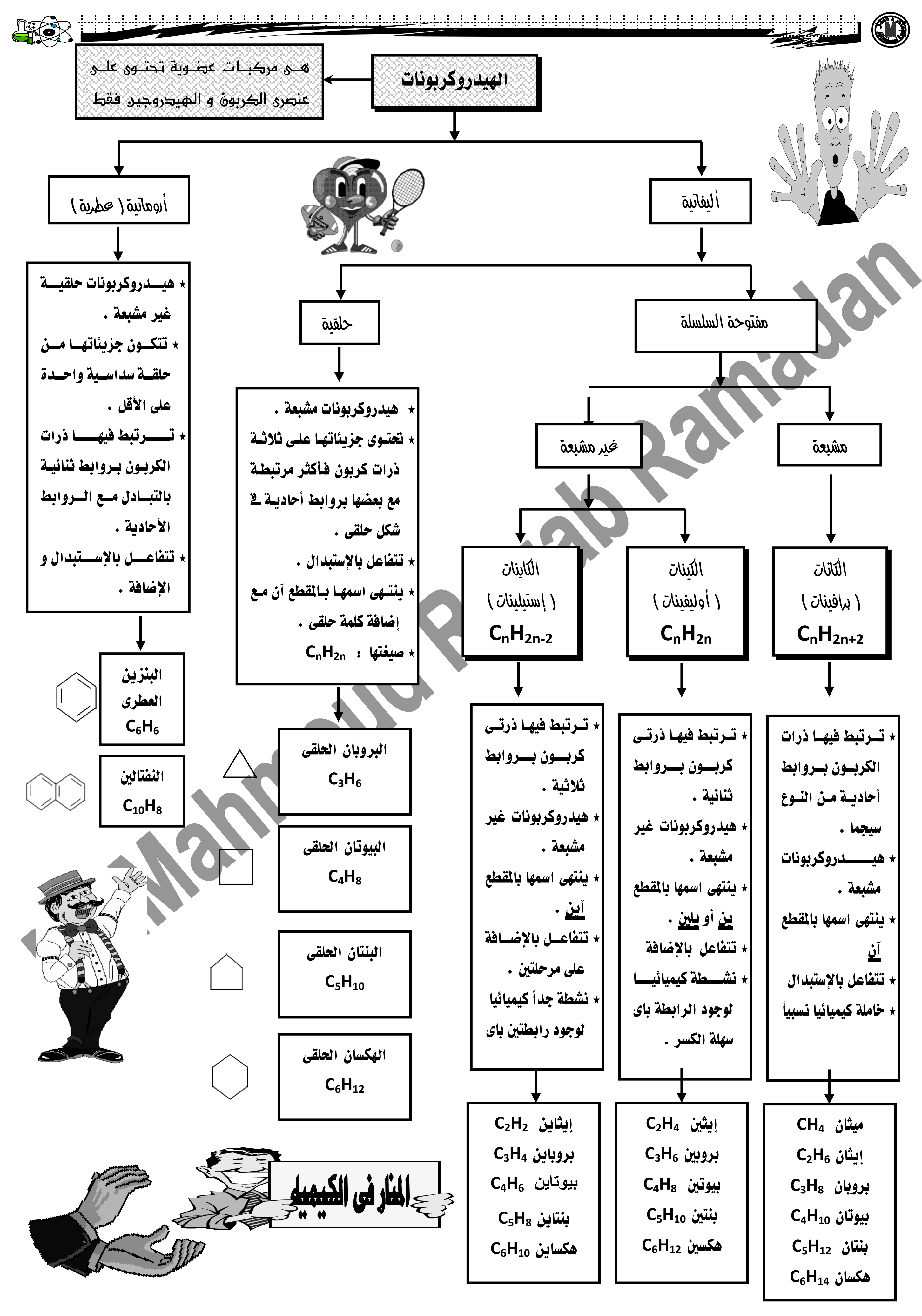
الإستنتــاج : المركب العضوى يحتوى على عنصرى الكربون والهيدروجين .

☒ تصنيف المركبات العضوية

✍ يتكون البناء الأساسى لأى مركب عضوى من عنصرى الكربون و الهيدروجين فيما يعرف بالهيدروكربونات و تعتبر كافة أنواع المركبات العضوية الباقية مشتقات للهيدروكربونات .

الهيدروكربونـــات Hydrocarbons : **مركبات عضوية تحتوى على عنصرى الكربون و الهيدروجين فقط** .




الهيدروكربونات
هى مركبات عضوية تحتوى على عنصرى الكربون و الهيدروجين فقط
أليفاتية
أروماتية (عطرية)
مفتوحة السلسلة
حلقية
مشبعة
غير مشبعة
الكانات (برافينات) C_nH_{2n+2}
الكينات (أوليفينات) C_nH_{2n}
الكاينات (إستيلينات) C_nH_{2n-2}
⋆ ترتبط فيها ذرات الكربون بروابط أحادية من النوع سيجما .
⋆ هيدروكربونات مشبعة .
⋆ ينتهى اسمها بالمقطع آن
⋆ تتفاعل بالإستبدال
⋆ خاملة كيميائيا نسبياً
⋆ ترتبط فيها ذرتى كربون بروابط ثنائية .
⋆ هيدروكربونات غير مشبعة .
⋆ ينتهى اسمها بالمقطع ين أو يلين .
⋆ تتفاعل بالإضافة
⋆ نشطة كيميائيا لوجود الرابطة باى سهلة الكسر .
⋆ ترتبط فيها ذرتى كربون بروابط ثلاثية .
⋆ هيدروكربونات غير مشبعة .
⋆ ينتهى اسمها بالمقطع آين .
⋆ تتفاعل بالإضافة على مرحلتين .
⋆ نشطة جداً كيميائيا لوجود رابطتين باى
ميثان CH_4
إيثان C_2H_6
بروبان C_3H_8
بيوتان C_4H_{10}
بنتان C_5H_{12}
هكسان C_6H_{14}
إيثين C_2H_4
بروبين C_3H_6
بيوتين C_4H_8
بنتين C_5H_{10}
هكسين C_6H_{12}
إيثاين C_2H_2
بروباين C_3H_4
بيوتاين C_4H_6
بنتاين C_5H_8
هكساين C_6H_{10}
⋆ هيدروكربونات مشبعة .
⋆ تحتوى جزيئاتها على ثلاثة ذرات كربون فأكثر مرتبطة مع بعضها بروابط أحادية فى شكل حلقى .
⋆ تتفاعل بالإستبدال .
⋆ ينتهى اسمها بالمقطع آن مع إضافة كلمة حلقى .
⋆ صيغتها : C_nH_{2n}
البروبان الحلقى C_3H_6
البيوتان الحلقى C_4H_8
البنتان الحلقى C_5H_{10}
الهكسان الحلقى C_6H_{12}
⋆ هيدروكربونات حلقية غير مشبعة .
⋆ تتكون جزيئاتها من حلقة سداسية واحدة على الأقل .
⋆ ترتبط فيها ذرات الكربون بروابط ثنائية بالتبادل مع الروابط الأحادية .
⋆ تتفاعل بالإستبدال و الإضافة .
البنزين العطرى C_6H_6
النفثالين $C_{10}H_8$
المنار فى الكيمياء
Mr. Mahmoud Ragab Ramadan

أولاً : الهيدروكربونات الأليفاتية مفتوحة السلسلة

١) الهيدروكربونات الأليفاتية المشبعة :

الألكانات Alkanes

هيدروكربونات أليفاتية مشبعة مفتوحة السلسلة ترتبط فيها ذرات الكربون بروابط أحادية من نوع سيجما قوية يصعب كسرها.

الألكانات :

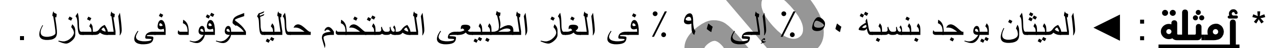
١) تعتبر مركبات خاملة كيميائيا نسبياً (**علل**) لإحتوائها على روابط سيجما القوية صعبة الكسر .

٢) ينتهى اسمها بالمقطع (آن ← ane) مثل : البروبـــان ، البيوتـــان ، .... .

٣) **صيغتها العامة C_nH_{2n+2}** .

٤) كل مركب يزيد عن الذى يسبقه فى سلسلة الألكانات بمجموعة CH_2 .

٥) **توجد بكميات كبيرة في النفط الخام ويتم فصلها عن بعضها بواسطة التقطير التجزيئى .**



* **أمثلة** : ◄ الميثان يوجد بنسبة ٥٠ ٪ إلى ٩٠ ٪ فى الغاز الطبيعى المستخدم حالياً كوقود فى المنازل .

◄ يعبأ البروبان و البيوتان [البوتاجاز] فى اسطوانات و يستخدم كوقود أيضاً .

◄ الألكانات الأطول فى السلسلة الكربونية توجد فى الكيروسين و الديزل و زيوت التشحيم .

استخدامات الألكانات : تستخدم كوقود و مواد أولية في تحضير العديد من المركبات العضوية الأخرى .

جدول يبين أسماء و صيغ العشرة مركبات الأولى فى سلسلة الألكانات

الصيغة	الصيغة بالتفصيل (مكونات المركب)	الاســـــم
CH_4	CH_4	ميثان
C_2H_6	$CH_3 - CH_3$	إيثان
C_3H_8	$CH_3 - CH_2 - CH_3$	بروبان
C_4H_{10}	$CH_3 - CH_2 - CH_2 - CH_3$	بيوتان
C_5H_{12}	$CH_3 - CH_2 - CH_2 - CH_2 - CH_3$	بنتان
C_6H_{14}	$CH_3 - CH_2 - CH_2 - CH_2 - CH_2 - CH_3$	هكسان
C_7H_{16}	$CH_3 - CH_2 - CH_2 - CH_2 - CH_2 - CH_2 - CH_3$	هبتان
C_8H_{18}	$CH_3 - CH_2 - CH_2 - CH_2 - CH_2 - CH_2 - CH_2 - CH_3$	أوكتان
C_9H_{20}	$CH_3 - CH_2 - CH_2 - CH_2 - CH_2 - CH_2 - CH_2 - CH_2 - CH_3$	نونان
$C_{10}H_{22}$	$CH_3 - CH_2 - CH_2 - CH_2 - CH_2 - CH_2 - CH_2 - CH_2 - CH_2 - CH_3$	ديكان

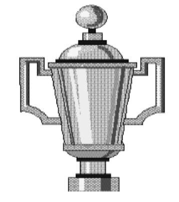
ملاحظات على الجدول : النصف الأول من الأسم يعبر عن عدد ذرات الكربون في المركب فمثلاً (ميث = ١ ، إيث = ٢ ، بروب = ٣ ، بيوت = ٤ ، بنت = ٥ ، ... إلخ) و النصف الثاني يعبر عن العائلة التى ينتمى إليها المركب .



★ السلسلة المتجانسة :

مجموعة من المركبات يجمعها قانون جزيئى عام تشترك فى خواصها الكيميائية و تتدرج فى خواصها الفيزيائية.

- كل مركب فيها يزيد عن الذى يسبقه بمجموعة ميثيلين : **— CH_2** .



علل : الألكانات (الألكينات – الألكاينات) تكون سلاسل متجانسة .

مجموعة أو شق الألكيل Alkyl Radical (R -)

هى مجموعة ذرية لا توجد منفردة تشتق من الألكان المقابل بعد نزع ذرة هيدروجين منه .

$$R - H \xrightarrow{-H} -R$$

التسمية : من اسم الألكان المشتقه منه بإستبدال المقطع (آن) بالمقطع (يل) .

الصيغة العامة : C_nH_{2n+1} .

أمثلة		شق ألكيل C_nH_{2n+1}		الألكان C_nH_{2n+2}	
كلوريد ميثيل	CH_3Cl	ميثيل	$-CH_3$	ميثان	CH_4
بروميد إيثيل	C_2H_5Br	إيثيل	$-C_2H_5$	إيثان	C_2H_6
يوديد البروبيل	C_3H_7I	بروبيل	$-C_3H_7$	بروبان	C_3H_8
كلوريد بيوتيل	C_4H_9Cl	بيوتيل	$-C_4H_9$	بيوتان	C_4H_{10}

★ تسمية الألكانات :

١- التسمية الشائعة : استخدم الكيميائيون القدماء أسماء للمركبات العضوية القليلة التى كانوا يعرفونها و كانت هذه الأسماء تشير غالباً إلى **المصدر** الذى استخلص منه هذا المركب (الاسم الشائع أو القديم للألكانات : **البارافينات**) .

٢- تسمية الأيوباك : مع التقدم المستمر و كثرة المركبات العضوية اتفق علماء الإتحاد الدولى للكيمياء البحتة و التطبيقية (International Union of Pure and Applied Chemistry = IUPAC) على اتباع نظام معين فى تسمية أى مركب عضوى تجعل كل من يقرأه أو يكتبه يتمكن من التعرف الدقيق على بناء هذا المركب .

خطوات التسمية بنظام أيوباك



١- تحدد أطول سلسلة كربونية متصلة (سواء كانت مستقيمة أو متفرعة) ومنها يحدد اسم الألكان :

$H_3C-CH_2-CH(CH_3)-CH_2-CH_3$ السلسلة الأساسية : البنتان

$H_3C-CH(CH(CH_3)-CH_2-CH_3)-CH_2-CH_2-CH_3$ السلسلة الأساسية : الهبتان

علل : ينسب المركب $CH_3 - CH(CH_2 - CH_2 - CH_3) - CH_2 - CH_2 - CH_3$ **إلى الهبتان و ليس إلى البنتان .**

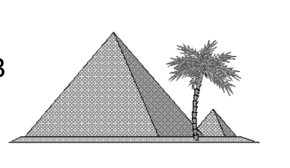
⇦ **تبدأ كتابة الإسم برقم ذرة الكربون التى يخرج منها الفرع ثم اسم الفرع و تنتهى التسمية باسم الألكان .**

٢- ترقيم ذرات الكربون :

✍ إذا كانت أطول سلسلة كربونية **خالية من التفرعات** ترقم ذرات الكربون **من أى طرف** فى السلسلة .

✍ إذا كانت أطول سلسلة كربونية **متصلة بتفرعات** (مجموعة ألكيل أو أى ذرات أخرى) **يبدأ** ترقيم السلسلة من الطرف **الأقرب** لمكان التفرع (**و نبدأ كتابة الإسم برقم ذرة الكربون التى يخرج منها الفرع ثم اسم الفرع و تنتهى التسمية باسم الألكان**)

$H_3C-CH_2-CH_2-CH(CH_3)-CH_3$ (5, 4, 3, 2, 1)
٢- ميثيل بنتان

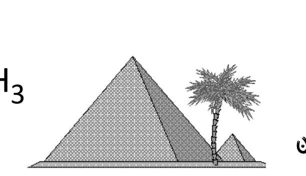


$H_3C-CH(CH_2CH_3)-CH_2-CH_2-CH_3$ (1 CH_3, 2 CH_2, 3 CH, 4, 5, 6)
٣- ميثيل هكسان

٣- إذا تكررت المجموعة الفرعية فى السلسلة الكربونية :

تستخدم المقدمات ثنائى أو ثلاثى أو رباعى للدلالة على عدد التكرار .

$H_3C-CH_2-C(CH_3)_2-CH_2-CH_3$
٣,٣- ثنائى ميثيل بنتان



$H_3C-CH_2-CH(CH_3)-CH(CH_3)-CH_3$
٢,٣- ثنائى ميثيل بنتان

٤- إذا كان التفرع ذرة هالوجين :

مثل الكلور أو البروم أو مجموعة النيترو (NO_2^-) فيكتب اسمها منتهياً بحرف (و) فيقال كلورو أو برومو أو نيترو :

$H_3C-CH(Br)-CH_3$
٢- برومو بروبان

$H_3C-C(Cl)_2-CH_2-CH_3$
٢,٢- ثنائى كلورو بنتان

٥- إذا كانت الفروع مختلفة (مجوعة الأكيل و هالوجينات مثلاً) فتكتب **حسب الترتيب الأبجدى لأسمائها اللاتينية :**

$H_3C-CH_2-C(CH_3)_2-CH_2-CH(Cl)-CH_3$
٢-كلورو -٤,٤- ثنائى ميثيل هكسان

$H_3C-CH(CH_3)-CH(Br)-CH_3$
٢-برومو-٣-ميثيل بيوتان

بعض الأسماء اللاتينية للمجموعات و التفرعات مرتبة حسب الحروف اللاتينية

$[-NO_2]$ (Nitro) **نيترو**	[-F] (Floro) **فلورو**	[-Br] (Bromo) **برومو**
$[-C_6H_5]$ (Phenyl) **فينيل**	[-I] (Iodo) **أيودو**	[-Cl] (Chloro) **كلورو**
$[-C_3H_7]$ (Propyle) **بروبيل**	$[-CH_3]$ (Methyl) **ميثيل**	$[-C_2H_5]$ (Ethyle) **إيثيل**

⇦ **علل : لا يسمى المركب** $CH_3-CH(C_2H_5)-CH_2-CH_3$ **٢- إيثيل بيوتان .**

⇦ **علل : لا يسمى المركب** $CH_3-CH(Br)-CH_2-CH_3$ **٣- بروموبيوتان .**



تدريب : أكتب أسماء المركبات الآتية حسب نظام الأيوباك :

$H_3C-CH(CH_2-CH_3)-CH(CH_3)-CH_3$

....

$H_3C-CH(CH_3)-CH_2-CH_2-CH(CH_2-CH_3)-CH_2-CH(CH_3)-CH_3$

....

$H_3C-CH(CH_2-CH_3)-CH_2-CH_2-CH(CH_2-CH_3)-CH_3$

....

$H_3C-CH_2-CH(CH_3)-C(CH_3)(CH_3)-CH(CH_3)-CH_2-CH_2-CH_3$

....

$CH_3-CH_2-CH(C_2H_5)-CH(CH_3)-CH_3$

....

$CH_3-CH(C_2H_5)-CH(Cl)-CH_3$

....

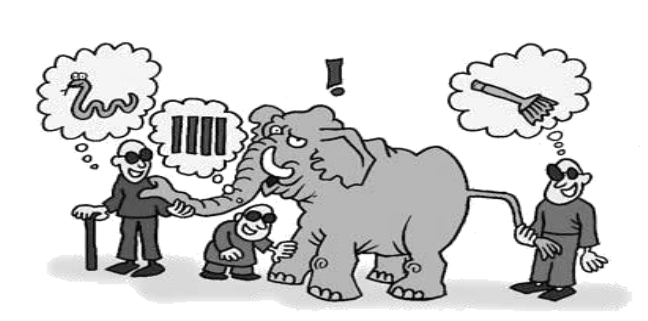
$CH_3-CH(CH_2-CH_3)-CH(C_2H_5)-CH_3$

$CH_3-CH(CH_3)-C(Cl)(Br)-CH_3$

س : أكتب الصيغة البنائية للمركبات الآتية ثم حدد خطأ التسمية ثم أكتب التسمية الصحيحة لها حسب نظام الأيوباك

- ٢,٢,٤- ثلاثى ميثيل بنتان .
- ٣-ميثيل بيوتان .
- ٣ ، ٦ ثنائى ميثيل أوكتان .
- ٤- إيثيل -٢,٧- ثنائى ميثيل أوكتان .
- ١- برومو-١- كلورو – ٢,٢,٢- ثلاثى فلورو إيثان .
- ٢,٣- ثنائى إيثيل بيوتان .
- ٣,٤- ثنائى ميثيل بنتان .
- ٣,٣,٤- ثلاثى ميثيل هكسان .
- ٣ – ميثيل –٢– إيثيل بيوتان .
- ٤,٤- ثنائى كلورو بنتان .
- ٢,٣,٣- ثلاثى ميثيل بيوتان .
- ٢- إيثيل - ٣- ميثيل بيوتان .





الميثان CH_4 (Methane)

♣ هو أول سلسلة الألكانات و يعتبر أبسط المركبات العضوية على الإطلاق .

♣ يوجد بنسبة ٩٠% فى الغاز الطبيعى الموجود فى باطن الأرض أو مصاحباً للبترول .

⇦ **علل: قد تتعرض مناجم الفحم للانفجار.**

جـ : **نتيجة إشتعال غاز الميثان الموجود فى مناجم الفحم .**

♣ يخرج على هيئة فقاعات من قاع المستنقعات نتيجة تحلل المواد العضوية .

⇦ **علل: يسمى غاز الميثان غاز المستنقعات.**

جـ : **لأنه يخرج على هيئة فقاقيع من قاع المستنقعات نتيجة لتحلل المواد العضوية .**

☼ تحضير الميثان فى المختبر ☼

بواسطة **التقطير الجاف** لملح أسيتات (خلات) الصوديوم اللامائية مع الجير الصودى .

الجير الصودى :

عبارة عن خليط من هيدروكسيد الصوديوم و الجير الحى [NaOH + CaO] .

فائدة الجير الحى [CaO] :

يساعد على خفض درجة انصهار خليط التفاعل

CH_3COONa + NaOH / CaO

غاز CH_4

➢ $CH_3COONa + NaOH \xrightarrow[CaO]{\triangle} CH_4 + Na_2CO_3$

⇦ **علل : يستخدم الجير الصودى بدلاً من الصودا الكاوية عند تحضير الميثان فى المعمل .**

لأنه خليط من الصودا الكاوية NaOH و الجير الحى CaO و **لا يدخل الجير الحى** فى التفاعل إنما يساعد على خفض درجة إنصهار خليط التفاعل ، يمتص بخار الماء .

الخواص العامة للألكانات

أولاً : الخواص الفيزيائية :

المركبات الأربعة الأولى منها عبارة عن غازات فى درجة الحرارة العادية :

- **الميثان** يستخدم كوقود فى المنازل .
- خليط **البروبان و البيوتان " البوتاجاز "** يسال و يعبأ فى اسطوانات و تستخدم كوقود (**نسبة البروبان فى مخلوط البوتاجاز تكون أكثر فى المناطق الباردة بينما فى المناطق الدافئة يحتوى المخلوط على نسبة أعلى من البيوتان**) .

⇦ **علل : إسطوانات البوتاجاز فى المناطق الباردة تحتوى على نسبة أكبر من البروبان .**

لأن البروبان أكثر تطايراً من البيوتان أى **أقل** فى درجة الغليان .

الألكانات الوسطى : تحتوى على ٥ إلى ١٧ ذرة كربون سوائل مثل : الكيروسين والجازولين و يستخدما كوقود .

الألكانات العليا : الألكانات التى تحتوى على أكثر من ١٧ ذرة كربون مواد صلبة مثل : شمع البرافين .

⇦ **علل : تغطى الفلزات بالألكانات الثقيلة .**

لحمايتها من التآكل لأن الألكانات مواد غير قطبية لا تذوب فى الماء .

بزيادة عدد ذرات الكربون تزداد الكتلة الجزيئية و بالتالى تزداد كثافة المركب العضوى و تزداد درجة غليانه .

سبحان الله و بحمده سبحان الله العظيم





ثانياً : الخــواص الكيميائيــة للألكانات

⇦ علل : الألكانات خاملة نسبياً من الناحية الكيميائية .

لأنها مركبات مشبعة جميع الروابط فيها أحتدية من نوع سيجما القوية التى يصعب كسرها إلا تحت ظروف خاصة .

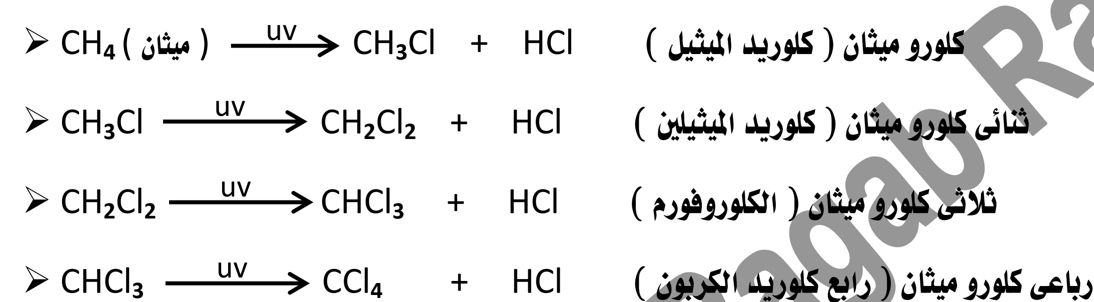
أولاً : الإحتراق :

◄ تحترق الألكانات و ينتج غاز ثانى أكسيد الكربون و بخار الماء و هى تفاعلات طاردة للحرارة لــذا تستخدم **كوقود**

$$CH_4 + 2O_2 \xrightarrow{\Delta} CO_2 + 2H_2O + \text{ط}$$

ثانياً : التفاعل مع الهالوجينات (الهلجنة) :

تتفاعل الألكانات مع الهالوجينات بالتسخين إلى 400^oc **أو** فى وجود الأشعة فوق البنفسجية UV فى سلسلة من تفاعلات الإستبدال Substitution Reactions و يتوقف الناتج على نسبة كل من الألكان و الهالوجين فى خليط التفاعل :



- CH_4 (ميثان) $\xrightarrow{uv}$ CH_3Cl + HCl **كلورو ميثان (كلوريد الميثيل)**
- $CH_3Cl \xrightarrow{uv} CH_2Cl_2$ + HCl **ثنائى كلورو ميثان (كلوريد الميثيلين)**
- $CH_2Cl_2 \xrightarrow{uv} CHCl_3$ + HCl **ثلاثى كلورو ميثان (الكلوروفورم)**
- $CHCl_3 \xrightarrow{uv} CCl_4$ + HCl **رباعى كلورو ميثان (رابع كلوريد الكربون)**



س : وضح بالمعادلات تفاعل الإيثان مع الكلور .



س : ما هى نواتج تفاعل الإيثان مع الكلور . اكتب الصيغ البنائية لها .

س : وضح بالمعادلات كيف تحصل على : الكلوروفورم من الميثان .

ثالثاً : التكسير الحرارى الحفزى :

✍ تجرى هذه العملية أثناء تكرير البترول لتحويل النواتج البترولية طويلة السلسلة الثقيلة ذات الأهمية الإقتصادية القليلة إلى جزيئات أصغر و أخف تشتد الحاجة إليها (مثل **الجازولين**) **تتم عملية التكسير** بتسخين منتجات البترول الثقيلة إلى درجات حرارة عالية تحت ضغط مرتفع فى وجود عوامل حفازة فينتج نوعين من المنتجات :

أ) **ألكانات** قصيرة السلسلة : تخلط مع الجازولين و تستخدم **كوقود للسيارات** .

ب) **ألكينات** قصيرة السلسلة : مثل الإيثين و البروبين و تستخدم فى صناعة **البوليمرات** .

- C_8H_{18} (أوكتان) $\xrightarrow[\text{عامل حفاز}]{\text{ضغط - حرارة}}$ C_4H_8 (بيوتين) + C_4H_{10} (بيوتان)

س : ما هى نواتج التكسير الحرارى الحفزى للديكان ($C_{10}H_{22}$) .

> اللهم فاطر السماوات و الأرض ، علاّم الغيب و الشهادة ، ذا الجلال و الإكرام ، إنى اعهد إليك فى هذه الحياة الدنيا ، و أشهدك و كفى بك شهيداً أنى أشهد أن لاإله إلا أنت وحدك لا شريك لك ، و أن محمداً عبدك و رسولك ، و أشهد أن وعدك حق ، و لقاءك حق ، و الجنة حق ، و أن الساعة لاريب فيها ، و أنك تبعث من فى القبور ، و أنك إن تكلنى إلى نفسى تكلنى إلى ضعف و عورة و ذنب و خطيئة ، و إنى لا أثق إلا برحمتك فأغفر لى ذنوبى كلها و تب علىّ إنك أنت التواب الرحيم .



استخدامات المشتقات الهالوجينية للألكانات

اسم المادة	الصيغة الجزيئية	الصيغة البنائية	الإستخدام
الكلوروفورم (ثلاثى كلورو ميثان)	$CHCl_3$	Cl–C(H)(Cl)–Cl	أستخدم قديماً كمخدر . ⇦ علل : توقف استخدام الكلوروفورم كمخدر . لأن الجرعات غير الدقيقة منه تسبب الوفاة .
الهالوثان (٢- برومو- ٢- كلورو- ١و١و١- ثلاثى فلورو إيثان)	$CHBrCl - CF_3$	H–C(Cl)(Br)–C(F)(F)–F	يستخدم كمخدر أكثر أماناً من الكلوروفورم .
١,١,١ – ثلاثى كلورو إيثان	$CH_3 - CCl_3$	H–C(H)(H)–C(Cl)(Cl)–Cl	يستخدم فى عمليات التنظيف الجاف .
الفريونات أ) رابع فلوريد الكربون (رباعى فلورو ميثان) ب) ثنائى كلورو – ثنائى فلورو ميثان	CF_4 CF_2Cl_2	F–C(F)(F)–F F–C(F)(Cl)–Cl	تستخدم بكميات كبيرة في : - أجهزة التكييف والثلاجات . - مواد دافعة للسوائل والروائح . - منظفات للأجهزة الإلكترونية .

مميزات الفريونات : ١-رخص ثمنها . ٢- سهولة إسالتها . ٣- غير سامة . ٤- لا تسبب تآكل المعادن .

عيوب الفريونات : تسبب تآكل طبقة الأوزون التى تقى الأرض من أخطار الأشعة فوق البنفسجية .

الأهمية الإقتصادية للألكانات

١) الحصول على الكربون المجزأ : (أسود الكربون)

⌘ يمكن الحصول عليه بتسخين الميثان بمعزل عن الهواء لدرجة ١٠٠٠°م .

$$CH_4 \xrightarrow[\text{معزل عن الهواء}]{1000^\circ C} C + 2H_2$$

الإستخدام : صناعة إطارات السيارات - صبغة فى (الحبر الأسود - البويات - ورنيش الأحذية) .

٢) الحصول على الغاز المائى :

⌘ يمكن الحصول عليه بتسخين الميثان مع بخار الماء عند درجة ٧٢٥°م .

$$CH_4 + H_2O \xrightarrow[\text{عامل حفاز}]{725^\circ C} CO + 3H_2$$

✍ **الغاز المائى : خليط من غازى الهيدروجين و أول أكسيد الكربون .**

الإستخدام : وقود قابل للإشتعال – مادة مختزلة .



س : من أسيتات الصوديوم كيف تحصل على :

١- **أسود الكربون** . ٢- **الغاز المائى** . ٣- **الكلوروفورم** .



(ب) الهيدروكربونات الأليفاتية الغير مشبعة مفتوحة السلسلة





١) الألكينات(الأوليفينات) Alkenes

١) هيدروكربونات أليفاتية غير مشبعة مفتوحة السلسلة الكربونية .

٢) ترتبط فيها ذرات الكربون برابطة مزدوجة على الأقل أحداها من النوع سيجما قوية صعبة الكسر و الأخرى من النوع باى ضعيفة سهلة الكسر **مما يفسر نشاط الألكينات** .

٣) تعتبر مشتقات من الألكانات و ذلك بإنتزاع ذرتى هيدروجين من جزئ الألكان المقابل .

٤) تكون سلسلة متجانسة قانونها العام هو C_nH_{2n} .

٥) أول أفرادها هو الإيثين و **الإسم الشائع له هو الإيثيلين** .



ألكين	$- H_2$	ألكان
إيثين C_2H_4	←	إيثان C_2H_6
بروبين C_3H_6	←	بروبان C_3H_8
بيوتين C_4H_8	←	بيوتان C_4H_{10}

⇦ **علل : الألكينات مركبات غير مشبعة بينما الألكانات مركبات مشبعة .**

لإحتواء الألكينات على روابط من نوع باى (π) ضعيفة سهلة الكسر بينما الألكانات كل الروابط بها أحادية من نوع سيجما قوية صعبة الكسر .

☻ تسمية الألكينات :

١- تتبع نفس الخطوات التى اتبعناها فى تسمية الألكانات مع استبدال المقطع (آن) بالمقطع (ين) على أن يسبق هذا الإسم رقم ذرة الكربون فى الرابطة المزدوجة من الناحية الأقرب إلى بداية السلسلة :

$CH_3 - CH = CH_2$
١- بروبين

$CH_3 - CH = CH - CH_2 - CH_3$
٢- بنتين

٢- يبدأ الترقيم من الطرف الأقرب إلى الرابطة المزدوجة بغض النظر عن موقع أى مجموعات أخرى :

$CH_2 - CH_2 - CH = CH_2$ (مع Cl على ذرة الكربون الأولى)
٤-كلورو-١- بيوتين

$CH_2 = CH - CH_2 - CH - CH_3$ (مع CH_3 على ذرة الكربون الرابعة)
٤-ميثيل -١- بنتين

$CH_3 - CH = C - CH_3$ (مع CH_3 على ذرة الكربون الثانية)
٢- ميثيل -٢- بيوتين

♣ أسئلة





س١ : أكتب وجه الإعتراض على التسميات التالية ثم أكتب الإسم الصحيح و صيغته البنائية :



◄ ٣- بنتين .   ◄ ٢,٢- ثنائى ميثيل - ٣- بنتين .



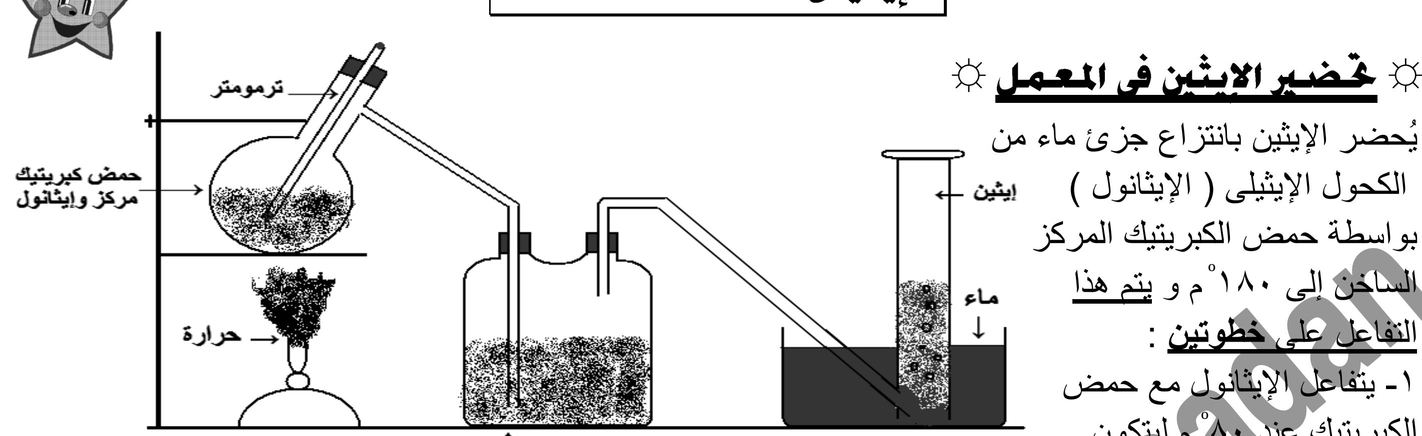
س٢ : أكتب الصيغة البنائية لكل مما يلى :

◄ ٤- كلورو - ٤- ميثيل - ٢- بنتين .   ◄ ٤- بروبيل - ٢- هبتين .

اللهم إنى أعوذ بك من القسوة و الغفلة و الذلة و المسكنة ، و أعوذ بك من الكفر و الفسوق و الشقاق و السمعة و الرياء ، و أعوذ بك من الصمم و البكم و الجذام و الحذام و سيئ الأسقام .



الإيثـين (C_2H_4) Ethene



☼ تحضير الإيثين فى المعمل ☼

يُحضر الإيثين بانتزاع جزئ ماء من الكحول الإيثيلى (الإيثانول) بواسطة حمض الكبريتيك المركز الساخن إلى ١٨٠°م و يتم هذا التفاعل على **خطوتين** :

١- يتفاعل الإيثانول مع حمض الكبريتيك عند ٨٠°م ليتكون **كبريتات إيثيل هيدروجينية** :

$$CH_3-CH_2-OH + H-OSO_3H \xrightarrow{80\,^\circ C} CH_3-CH_2-OSO_3H + H_2O$$

٢- تنحل كبريتات الإيثيل الهيدروجينية بالحرارة عند ١ٸ٠°م ليتكون **الإيثين** :

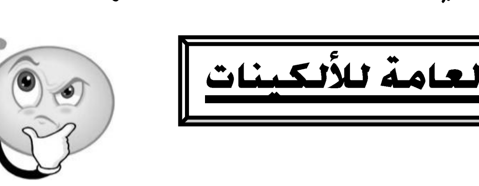
$$H-CH_2-CH_2-OSO_3H \xrightarrow[180\,^\circ C]{\Delta} H_2C=CH_2 + H_2SO_4$$

----- **بالجمع** --

$$H-CH_2-CH_2-OH \xrightarrow[180\,^\circ C]{H_2SO_4} H_2C=CH_2 + H_2O$$

إيثانول (كحول إيثيلى) — إيثين (إيثيلين)

✍ نلاحظ أن حمض الكبريتيك يقل تركيزه (يصبح مخفف) بإستمرار التفاعل لأنه يعمل على نزع الماء .



الخواص العامة للألكينات

أ) الخواص الفيزيائية :

✍ المركبات **الأولى** من سلسلة الألكينات **غازات** و المركبات **الوسطى** التى تحتوى من ٥ - ١٥ ذرة كربون **سوائل** و المركبات **العليا** مواد **صلبة** .

✍ الألكينات مواد غير قطبية لا تذوب فى الماء و إنما تذوب فى **المذيبات العضوية** مثل الإثير و البنزين .

ب) الخواص الكيميائية :

⇦ **علل : الألكينات أكثر نشاطاً من الألكانات .**

جـ : لأن الألكينات مركبات **غير مشبعة** تحتوى على روابط مزدوجة أحدهما من نوع **باى** (π) الضعيفة سهلة الكسر بينما الألكانات مركبات مشبعة جميع الروابط فيها أحادية من نوع سيجما قوية صعبة الكسر .

أولاً : الإحتراق

◄ تشتعل الألكينات فى الهواء من خلال تفاعل طارد للحرارة و ينتج ثانى أكسيد الكربون و بخار الماء :

➢ $C_2H_4 + 3O_2 \xrightarrow{\Delta} 2CO_2 + 2H_2O + heat$



ثانياً : تفاعلات الإضافة

تفاعلات يتم فيها كسر الرابطة باى و تحويل المركبات غير المشبعة إلى مركبات مشبعة .

من أمثلة تفاعلات الإضافة ما يلى :



(أ) إضافة الهيدروجين (الهدرجة) :

تتفاعل الألكينات مع الهيدروجين فى وجود عوامل حفازة مثل النيكل أو البلاتين مع التسخين و **يتكون** الألكان المقابل

➢ $CH_2 = CH_2 + H_2 \xrightarrow[150 - 300° C]{Pt / Ni} CH_3 - CH_3$

$$H_2C=CH_2 + H-H \xrightarrow[150 - 300 °C]{Pt\ or\ Ni} H_3C-CH_3$$

إيثين   إيثان



ب) إضافة الهالوجينات (الهلجنة) :

✍ يستخدم هذا التفاعل للكشف عن عدم التشبع فى الألكينات .

➢ $CH_2 = CH_2 + Br_2 \longrightarrow CH_2Br - CH_2Br$

$$H_2C=CH_2 + Br-Br \longrightarrow BrH_2C-CH_2Br$$

إيثين   البروم   ٢,١- ثنائى برومو إيثان (مركب عديم اللون)



◄ **س : كيف تميز عملياً : بين الإيثان و الإيثين .**

نضيف إلى كل منهما البروم المذاب فى رابع كلوريد الكربون و نرج الأنبوبتين فيزول لون البروم الأحمر فى أنبوبة الإيثين و يتكون ٢,١- ثنائى برومو إيثان **عديم اللون** و يظل لون البروم الأحمر فى أنبوبة الإيثان لعدم تفاعله معه .

⇦ **علل : يزول لون البروم الأحمر عند رج الإيثين مع البروم المذاب فى رابع كلوريد الكربون .**

جـ : لأن الإيثين مركب غير مشبع يحتوى على رابطة باى سهلة الكسر فيتفاعل مع البروم و يزول لونه الأحمر و يتكون ٢,١- ثنائى برومو إيثان **(مركب عديم اللون)** .

جـ) إضافة هاليدات الهيدروجين (الأحماض الهالوجينية HX) :

✍ تنكسر الرابطة باى و تضاف ذرة هيدروجين لأحدى ذرتى كربون الرابطة باى و ذرة الهالوجين لذرة الكربون الأخرى و يتكون هاليد الألكيل المُقابل **و يتوقف نواتج الإضافة على نوع الألكين :**



الألكين المتماثل

ألكين تتصل فيه ذرتى كربون الرابطة المزدوجة بعدد متساو من ذرات الهيدروجين .



الألكين غير المتماثل



ألكين تتصل فيه ذرتي كربون الرابطة المزدوجة بعدد غير متساو من ذرات الهيدروجين .

⇦ **علل : يعتبر " ١- بيوتين " ألكين غير متماثل بينما " ٢- بيوتين " ألكين متماثل .**

١) اذا كان الألكين متماثل :

فإنه تضاف ذرة الهيدروجين إلى أى من ذرتى الكربون و تضاف ذرة الهالوجين إلى ذرة الكربون الأخرى :

➢ $CH_2 = CH_2 + HBr \longrightarrow CH_3 - CH_2Br$



$$H_2C{=}CH_2 + H{-}Br \longrightarrow H{-}CH_2{-}CH_2{-}Br$$

إيثين — برومو إيثان

بروميد إيثيل (برومو إيثان)

٢) اذا كان الألكين غير متماثل :

فإنه تضاف ذرة الهيدروجين إلى ذرة الكربون **الأغنى بالهيدروجين** " المتصلة بعدد أكبر من ذرات الهيدروجين " بينما تضاف ذرة الهالوجين إلى ذرة الكربون **الأفقر بالهيدروجين** " المتصلة بعدد أقل من ذرات الهيدروجين " و تسمى هذه القاعدة **(قاعدة ماركونيكوف) .**

➢ $CH_3 - CH = CH_2 + HBr \longrightarrow CH_3 - CHBr - CH_3$

$$H{-}CH_2{-}CH{=}CH{-}H + HBr \longrightarrow H{-}CH_2{-}CHBr{-}CH_2{-}H$$



بروبين — ٢- برومو بروبان

س٣ : وضح بالمعادلات الكيميائية كيف تحصل على ما يلى :

١) الإيثان من كبريتات الإيثيل الهيدروجينية .

٢) بروميد الإيثيل من الإيثانول .

٣) ٢،١- ثنائى برومو إيثان من الإيثانول .

قاعدة ماركونيكوف

عند إضافة متفاعل غير متماثل (HX أو $H-OSO_3H$ أو H-OH) إلى ألكين غير متماثل فإن الجزء الموجب من المتفاعل يضاف إلى ذرة الكربون الحاملة لعدد أكبر من ذرات الهيدروجين والجزء السالب يضاف إلى ذرة الكربون الحاملة لعدد أقل من ذرات الهيدروجين .

⇦ **من المتفاعلات غير المتماثلة** (هاليدات الهيدروجين HX / حمض الكبريتيك $H-OSO_3H$ / الماء H-OH)

⇦ **علل : لا يتكون " ١- برومو بروبان " عند إضافة بروميد الهيدروجين إلى البروبين .**

جـ : لأن البروبين ألكين غير متماثل فتتم الإضافة على حسب قاعدة ماركونيكوف + تعريف القاعدة + المعادلة .

اللهم إنى أعوذ بك من القسوة و الغفلة و الذلة و المسكنة ، و أعوذ بك من الكفر و الفسوق و الشقاق و السمعة و الرياء ، و أعوذ بك من الصمم و البكم و الجذام و الحذام و سيئ الأسقام .



د) إضافة الماء (هيدرة حفزية غير مباشرة) :

⇦ علل : لا يتم تفاعل الألكينات مع الماء إلا فى وجود وسط حمضى .

جـ : لتوفير أيون الهيدروجين H^+ نظراً لأن الماء إلكتروليت ضعيف فيكون تركيز أيون الهيدروجين ضعيف فلا يستطيع كسر الرابطة المزدوجة .

يضاف حمض الكبريتيك أولا إلى الإيثين فتتكون كبريتات الإيثيل الهيدروجينية التى تتحلل مائيا مكونة الكحول الإيثيلى .

➢ $CH_2 = CH_2 + H - OSO_3H \xrightarrow[80\,^\circ C]{\Delta} CH_3 - CH_2 - OSO_3H$

➢ $CH_3 - CH_2 \,\fbox{- OSO_3H + H -}\, OH \xrightarrow[110\,^\circ C]{\Delta} CH_3 - CH_2 - OH + H_2SO_4$

و يمكن كتابة المعادلتين السابقتين على الصورة :

➢ $CH_2 = CH_2 + H_2O \xrightarrow[110\,^\circ C]{H_2SO_4} CH_3 - CH_2 - OH$

⇦ علل : تختلف نواتج تحلل كبريتات الإيثيل الهيدروجينية مائياً عن نواتج تحللها حرارياً .

⇦ **س : قارن بالمعادلات فقط بين :**

⇦ التحلل الحرارى و التحلل المائى لكبريتات الإيثيل الهيدروجينية .

س : كيف تحصل على :

١- كبريتات الإيثيل الهيدروجينية من كل من (الإيثين ، الإيثانول) .

٢- الإيثانول من الإيثين و العكس .

ثالثا : تفاعلات الأكسدة



✍ تتأكسد الألكينات بالعوامل المؤكسدة مثل فوق أكسيد الهيدروجين H_2O_2 أو محلول برمنجانات البوتاسيوم القلوية و يتكون **مركبات ثنائية الهيدروكسيل** تسمى **الجلايكولات** حيث يتم تفاعل إضافة و تنكسر الرابطة باى و يزول لون البرمنجانات البنفسجى .

⋆ تفاعل باير :

هو أكسدة الإيثين بمحلول برمنجانات البوتاسيوم فى وجود وسط قلوى مكونا إيثيلين جليكول .

➢ $CH_2 = CH_2 + H_2O + [O] \xrightarrow[\text{وسط قلوى}]{KMnO_4} \underset{CH_2 - CH_2}{\overset{OH \quad OH}{| \qquad |}}$

يعتبر تفاعل باير إختبار هام للكشف عن وجود الرابطة المزدوجة فعند إمرار الإيثين فى محلول برمنجانات البوتاسيوم فى وسط قلوى يزول لون برمنجانات البوتاسيوم البنفسجية .

س : ما دور محلول برمنجانات البوتاسيوم القلوية فى تفاعل باير ؟

✍ مادة مؤكسدة تعمل على كسر الرابطة باى و بالتالى يحدث تفاعل إضافة .

⇦ **علل : الإيثيلين جليكول هو المادة الأساسية المانعة لتجمد الماء فى مبردات السيارات .**

جـ : لأنه يكون روابط هيدروجينية مع جزيئات الماء فيمنع تجمع جزيئات الماء مع بعضها على هيئة بلورات ثلج .

⇦ **علل : يزول لون البرمنجانات البنفسجى عند إمرار غاز الإيثين فى محلولها .**

جـ : لأن الإيثين مركب غير مشبع يحتوى على رابطة باى سهلة الكسر فيتم عليها تفاعل إضافة مكونة الإيثيلين جليكول و هو مركب عديم اللون .



س : كيف تحصل على :



كحول ثنائى الهيدروكسيل من كحول أحادى الهيدروكسيل (إيثيلين جليكول من الإيثانول) .

س : كيف تميز عملياً بين :

الميثان – الإيثيلين .

رابعاً : تفاعلات البلمــرة

كلمة **(بوليمر)** كلمة لاتينية الأصل معناها عديد الوحدات و تعتبر البلمرة من التفاعلات الكيميائية الهامة التى فتحت الباب على مصراعيه لتحضير العديد من المنتجات التى ساهمت فى إزدهار الحضارة .

⋆ **البلمرة :**

تجمع عدد كبير من جزيئات مركبات بسيطة غير مشبعة (يتراوح عددها من مائة حتى المليون) لتكوين جزئ كبير عملاق ذو كتلة جزيئية كبيرة .

⇦ **يسمى الجزئ الأولى البسيط مونمر بينما يسمى الجزئ العملاق الناتج من عملية البلمرة بوليمر .**

الطـرق الأساسيــة لعمليــة البلمــرة

البلمرة بالإضافة	البلمرة بالتكاثف
تتم بإضافة أعداد كبيرة جداً من جزيئات مركب واحد صغير و غير مشبع لتكوين جزئ مشبع كبير جداً .	**تتم بين مونمرين مختلفين يحدث بينهما عملية تكاثف (أى ارتباط مع فقد جزئ بسيط مثل الماء) لتكوين بوليمر مشترك يعتبر الوحدة الأولى لإستمرار عملية البلمرة .**
مثال : البولى إيثيلين	**مثال : نسيج الداكرون**

✍ تتميز الألكينات بأنها تكون بوليمرات بالإضافة .

✍ **مثال** : عند تسخين الإيثين (كتلته الجزيئية 28) تحت ضغط كبير (1000 جو) فى وجود **فوق الأكاسيد كمواد بادئة للتفاعل** يتكون البولى الإيثيلين (كتلته الجزيئية 30000) .

✍ **تفسير عملية بلمرة الإيثيلين بالإضافة**

عند تسخين الإيثين تحت ضغط كبير 1000 atm فى وجود **فوق الأكاسيد كمواد بادئة للتفاعل** تنكسر الرابطة باى و يتحرر إلكترونى الرابطة و يصبح لكل ذرة كربون إلكترون حُر ثم ترتبط ذرات الكربون عن طريق إلكتروناتها الحُرة مع بعضها بروابط تساهمية أحادية مكونة سلاسل طويلة من جزيئات البُوليمر .

$$H_2C=CH_2 + H_2C=CH_2 \xrightarrow[\text{عوامل حـ فازة}]{\text{ضغط - حرارة}} \cdot CH_2-CH_2\cdot + \cdot CH_2-CH_2\cdot \longrightarrow [-CH_2-CH_2-CH_2-CH_2-]_n$$

إيثين + إيثين → بوليمر بولى إيثلين

المنار فى الكيمياء للثانوية العامة
Mr.Mahmoud Ragab 0122-5448031




بعض مونومرات الألكينات و مشتقاتها الناتجة بالإضافة و أهم استخداماتها

المونومر	البوليمر	الإسم التجارى	خواصه	استخداماته
إيثين $CH_2=CH_2$	بولى إيثيلين $-[CH_2-CH_2]_n-$	بولى إيثيلين PE	لين و يتحمل المواد الكيميائية	الرقائق و الأكياس البلاستيك ، الزجاجات البلاستيك ، الخراطيم .
بروبين $CH_2=CH-CH_3$	بولى بروبين $-[CH_2-CH(CH_3)]_n-$	بولى بروبلين PP	قوى و صلب	السجاد ، المفارش ، الشكائر البلاستيك ، المعلبات
كلورو إيثين كلوريد فاينيل $CH_2=CHCl$	بولى كلورو إيثين $-[CH_2-CHCl]_n-$	بولى فاينيل كلوريد PVC	قوى و صلب أو لين	مواسير الصرف الصحى و الرى ، الأنابيب بلاستيك ، الأحذية ، خراطيم المياه ، عوازل الأرضيات ، جراكن الزيوت المعدنية .
رابع فلورو إيثين $CF_2=CF_2$	بولى رباعى فلورو إيثين $-[CF_2-CF_2]_n-$	تفلون	يتحمل الحرارة ، عازل للكهرباء ، خامل ، غير قابل للإلتصاق .	تبطين أوانى الطهى (التيفال) ، خيوط الجراحة .

س٤ : أكتب الصيغة البنائية للمونوميرات اللازمة لتحضير البوليمرات التالية ثم أذكر إستخدام وأحد لكل بوليمر :

$-[CH_2-CH(CH_3)]_n-$ $-[CHCl-CH_2]_n-$ $-[CF_2-CF_2]_n-$

الحمد لله اللهم ربنا لك الحمد بما خلقتنا و رزقتنا و هديتنا و علمتنا و أنقذتنا و فرجت عنا ، لك الحمد بالايمان و لك الحمد بالإسلام و لك الحمد بالقرآن و لك الحمد بالأهل و المال و المعافاة ، كبت عدونا و بسطت رزقنا و أظهرت أمننا و جمعت فرقتنا و أحسنت معافاتنا و من كل ما سألناك أعطيتنا ، فلك الحمد على ذلك حمداً كثيراً و لك الحمد بكل نعمة أنعمت بها علينا فى قديم و حديث أو سراً و علانية أو حىّ و ميت أو شاهد و غائب حتى ترضى ، و لك الحمد إذا رضيت ، و لك الحمد بعد الرضا ، و صلى اللّهم على محمد و على آله و سلم .



٢) الألكاينات (الإستيلينات) Alkynes

١) مجموعة من الهيدروكربونات الغير مشبعة مفتوحة السلسلة الكربونية .
٢) ترتبط فيها ذرات الكربون برابطة ثلاثية واحدة على الأقل أحداها من النوع سيجما (σ) القوية صعبة الكسر و رابطتين من النوع باى (π) الضعيفة سهلة الكسر و لذا فهى مركبات شديدة النشاط .
٣) تكون سلسلة متجانسة أول مركب فيها هو الإيثاين C_2H_2 والإسم الشائع له هو الأسيتيلين .
٤) قانونها العام هو [C_nH_{2n-2}] **أى أن** : كل مركب منها يقل ذرتى هيدروجين عن مثيله من الألكينات و بالتالى يقل أربع ذرات هيدروجين عن مثيله من الألكانات .



ألكاين		ألكين		ألكان	
إيثاين	C_2H_2	**إيثيل**	C_2H_4	**إيثان**	C_2H_6
بروباين	C_3H_4	**بروبيل**	C_3H_6	**بروبان**	C_3H_8
بيوتاين	C_4H_6	**بيوتيل**	C_4H_8	**بيوتان**	C_4H_{10}

⇦ **علل : الألكاينات مركبات شديدة النشاط .**
جـ : لأنها تحتوى على رابطة ثلاثية بين ذرات الكربون إحدى هذه الروابط من النوع سيجما (σ) القوية و رابطتين من النوع باى (π) الضعيفة سهلة الكسر .

⋆ تسمية الألكاينات :

✍ تتبع نفس الخطوات التى إتبعناها فى تسمية الألكانات بأن نختار أطول سلسلة كربونية متصلة تحتوى على الرابطة الثلاثية مع إستبدال النهاية (آن ane) بالنهاية (آين yne) .
✍ ترقم السلسلة من الطرف القريب للرابطة الثلاثية بغض النظر عن موقع أى مجموعة متفرعة أخرى .
✍ يسبق أسم الألكاين رقم ذرة الكربون المتصلة بالرابطة الثلاثية .

$$H-C\equiv C-CH(Br)-CH_2-H$$

٣- برومو - ١- بيوتاين

$$H-CH_2-C\equiv C-CH_2-CH(Cl)-H$$

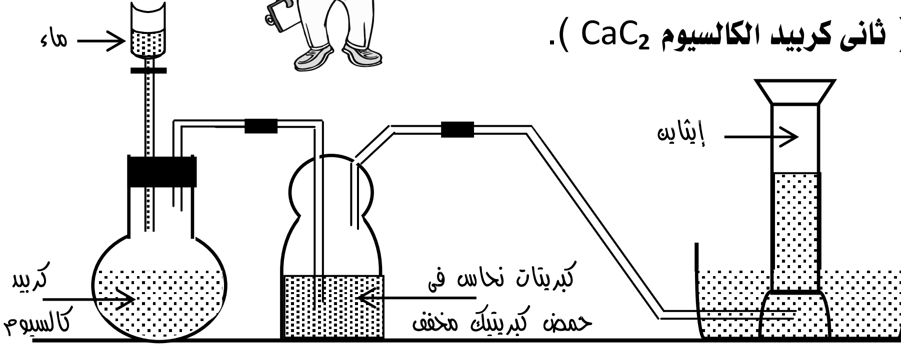
٥- كلورو - ٢- بنتاين

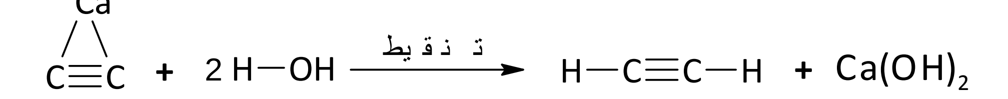
الإيثايـن Ethyne (C_2H_2)

☼ تحضير الإيثاين فى المعمل ☼

يُحضر بتنقيط الماء على كربيد الكالسيوم (**ثانى كربيد الكالسيوم** CaC_2).

⇦ **علل : يمرر الغاز قبل جمعه على محلول كبريتات نحاس فى حمض كبريتيك مخفف .**
⇦ **للتخلص من** غـازى الفوسفين PH_3 و كبريتيد الهيدروجين H_2S الناتجين من **الشوائب** الموجودة فى كربيد الكالسيوم .





$$CaC_2 + 2\,H-OH \xrightarrow{\text{تنقيط}} H-C\equiv C-H + Ca(OH)_2$$



☼ تحضير الإيثاين فى الصناعة ☼

بتسخين الغاز الطبيعى المحتوى على نسبة عالية من غاز الميثان لدرجة حرارة أعلى من 1500° C ثم التبريد السريع للناتج :

➢ $$2CH_4 \xrightarrow[\text{تبريد سريع}]{1500^\circ C} CH\equiv CH + 3H_2$$



خواص الايثاين

أولاً : الإحتراق

◄ **إذا كانت كمية الأكسجين محدودة :**

يحترق الإيثاين بلهب مُدخن (علل) لعدم احتراق الكربون إحتراق تام .

➢ $$2C_2H_2 + 3O_2 \xrightarrow[\text{كمية محدودة}]{\Delta} 2CO_2 + 2H_2O + 2C$$

◄ **إذا كانت كمية الأكسجين وفيرة :**

يحترق الإيثاين تماما من خلال تفاعل طارد للحرارة و تنطلق حرارة تصل إلى 3000 ْم تكفى لصهر المعادن و يسمى بلهب الأكسى إستيلين و الذى يستخدم فى لحام و قطع المعادن .

➢ $$2C_2H_2 + 5O_2 \xrightarrow[\text{كمية وفيرة}]{\Delta} 4CO_2 + 2H_2O + Heat$$



⇦ **علل : يستخدم لهب الأكسى أستيلين فى لحام و قطع المعادن .**

جـ : لأن درجة حرارة التفاعل تصل إلى 3000°م و هى كافية للحام و قطع المعادن .



ثانياً : تفاعلات الإضافة



⇦ **علل : تتم الإضافة فى الألكاينات على مرحلتين .**

☜ لأنها تحتوى على رابطتين باى (π) سهلة الكسر بجانب رابطة سيجما (σ) فتتم الإضافة على مرحلتين حيث تتحول الرابطة الثلاثية إلى رابطة ثنائية ثم إلى رابطة أحادية .

علل : يتفاعل جزئ الإيثاين بالإضافة على مرحلتين .

أ) الهدرجة :

✍ تتم فى وجود النيكل المجزأ .... **هل تتذكر لماذا ؟**

➢ $$H-C\equiv C-H \xrightarrow[Ni/\Delta]{+2H} H_2C=CH_2 \xrightarrow[Ni/\Delta]{+2H} H_3C-CH_3$$

إيثاين → إيثين → إيثان

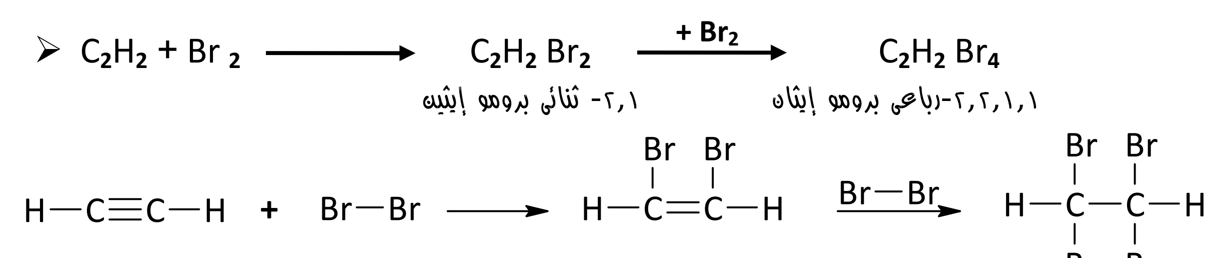
ب) الهلجنة :

✍ يتفاعل الإيثاين بشدة مع **الكلور** و يكون التفاعل مصحوب **بلهب** و ضوء **لذا تستخدم مواد مهدئة** و عندما يمرر الإيثاين فى محلول **البروم** المذاب فى رابع كلوريد الكربون يحدث تفاعل **إضافة** و **يزول** لون البروم الأحمر و يستخدم هذا التفاعل فى **الكشف عن عدم التشبع** فى الإيثاين .

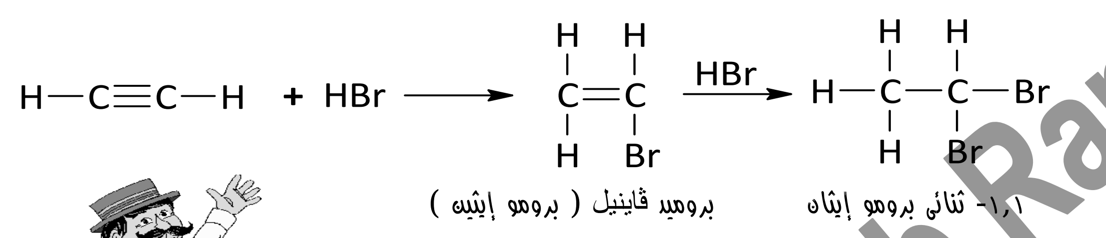
س : كيف تميز عملياً بين : الإيثاين – الإيثان .

⇦ **علل : لا يصلح ماء البروم فى التمييز بين الايثين و الإيثاين .**

✍ لأن كلاهما مركب غير مشبع فيحدث تفاعل إضافة فيزول لون البروم الأحمر فى كلاً الحالتين .



جـ) إضافة الأحماض الهالوجينية (Hx) :



⇦ **علل : عند إضافة بروميد الهيدروجين إلى الإيثاين لا يتكون ٢,١- ثنائى برومو إيثان .**

✍ لأن الاضافة فى الخطوة الثانية تتم طبقاً لقاعدة ماركونيكوف .

س : مبتدئاً بالأسيتلين كيف تحصل على كل من :

✱ ١,١,٢,٢- رباعى برومو إيثان . ✱ ١,١- ثنائى برومو إيثان .

د) إضافة الماء (هيدرة حفزية) :

✍ يتفاعل الإيثاين مع الماء بالإضافة فى وجود عوامل حفازة (حمض كبريتيك مخفف٤٠٪ و كبريتات زئبق II) و التسخين حتى درجة ٦٠ °م فيتكون الأسيتالدهيد (الإيثانال) .



*** تفسير آخر :**

$$H-C\equiv C-H + H_2O \xrightarrow[HgSO_4\ 60^{0}C]{H_2SO_4\ 40\%} CH_3-CHO$$

**** أهمية هذا التفاعل :**

✍ يستغل الأسيتالدهيد الناتج فى **صناعة** حمض الأسيتيك أو الكحول الإيثيلى .

كحول إيثيلى ⟵ اختزال (2H) ⟶ أسيتالدهيد ⟵ أكسدة (O) ⟶ حمض أستيك

الحصول على **حمض الإيثانويك** (الأسيتيك أو الخليك) و ذلك **بأكسدة** الإيثانال (الأسيتالدهيد)

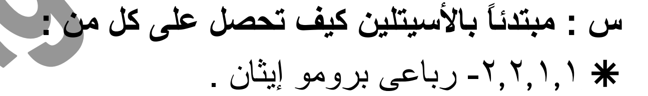
$$CH_3-CHO \xrightarrow[\text{KMnO}_4\ \text{محمضة}]{+O} CH_3COOH$$

الإيثانال **حمض الإيثانويك**

و يمكن كذلك الحصول على **الإيثانول** (الكحول الإيثيلى) و ذلك **بإختزال** الإيثانال (الإسيتالدهيد)

$$CH_3-CHO \xrightarrow[\text{KMnO}_4\ \text{محمضة}]{+H} CH_3CH_2OH$$

الإيثانال **إيثانول**







ثانياً : الهيدروكربونات الحلقية

أولاً) الحلقية المشبعة (الألكانات الحلقية) :

هى هيدروكربونات أليفاتية حلقية مشبعة تحتوى جزيئاتها على ثلاثة ذرات كربون فأكثر مرتبطة مع بعضها بروابط أحادية فى شكل حلقى .

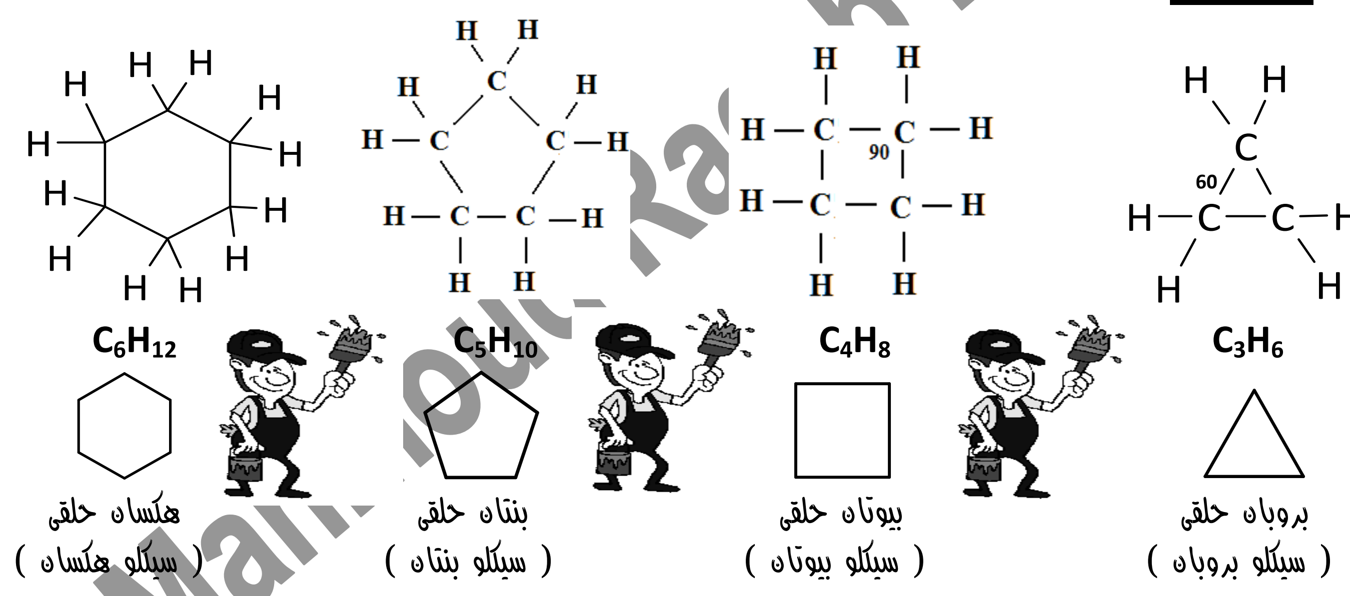
١) **صيغتها العامة** C_nH_{2n} و هى نفس الصيغة العامة للألكينات الأليفاتية و لكنها تختلف عنها فى الخواص لإختلافها فى الصيغة البنائية .

⇦ **علل : تعتبر الألكانات الحلقية و الألكينات أيزوميرات .**

↵ لأنهما يشتركا فى صيغة جزيئية C_nH_{2n} واحدة و يختلفا فى الخواص الكيميائية و الفيزيائية لإختلافهما فى الصيغة البنائية .

علل : يجب أن نفرق بين الألكانات الحلقية و الألكينات عند كتابة صيغتهما الجزيئية .

٢) **التسمية** : لها نفس اسم الألكان المقابل و لكن مسبوقاً بكلمة **سيكلو** أو متبوعاً بكلمة **حلقى** .



⇦ **علل : البروبان الحلقى نشط جداً عن البروبان العادى .**

↵ لأن قيم الزوايا بين الروابط فى البروبان الحلقى ٦٠° فيكون التداخل بين الأوربيتالات ضعيف فتتكون روابط ضعيفة سهلة الكسر **بينما** قيم الزوايا فى البروبان العادى ١٠٩,٥° فيكون التداخل بين الأوربيتالات الذرية قوى فتتكون روابط بين ذرات الكربون قوية صعبة الكسر .

س : كيف تفرق عملياً بين كل من : البروبان العادى و البروبان الحلقى .

جـ : البروبان **الحلقى** يكون مع الهواء خليط شديد الإحتراق بينما البروبان **العادى** أقل نشاطاً فإحتراقه يكون عادى .

⇦ **علل : السيكلو بنتان و السيكلو هكسان مركبان مستقران (ثابتان) .**

جـ : لأن الزوايا بين الروابط **تقترب من** ١٠٩,٥° فيكون التداخل بين الأوربيتالات قوى فتتكون بين ذرات الكربون روابط قوية صعبة الكسر .



ثانياً) الحلقية غير المشبعة (المركبات الأروماتية " العطرية ") :

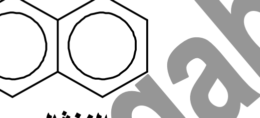
ميز الكيميائيون القدماء بين نوعين من المركبات العضوية هما المركبات الأليفاتية و المركبات الآروماتية كالآتى :

المركبات الأروماتية (العطرية)	المركبات الأليفاتية (الدهنية)
١) مشتقة من بعض الراتنجات و المنتجات الطبيعية . ٢) لها رائحة عطرية مميزة . ٣) بها نسبة أقل من الهيدروجين (غير مشبعة) . ٤) يعتبر البنزين العطرى أول أفرادها و بقية المركبات الآروماتية تتكون من **حلقتين** بنزين أو أكثر .	١) مشتقة من الأحماض الدهنية لذا تسمى أليفاتية أى دهنية . ٢) ليس لها رائحة عطرية (عديمة الرائحة غالبا) . ٣) بها نسبة عالية من الهيدروجين . ٤) يعتبر الميثان أول أفرادها .

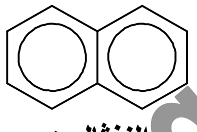
علل : تسمية المركبات الأروماتية بالمركبات العطرية .



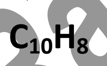
⌗ **ملحوظة** : توجد المركبات العطرية فى شكل حلقة بنزين واحدة أو حلقتين أو أكثر :



البنزين العطرى
C_6H_6



النفثالين



$C_{10}H_8$



أنثراثين
Anthracene
$C_{14}H_{10}$



☼ الصيغة البنائية للبنزين ☼

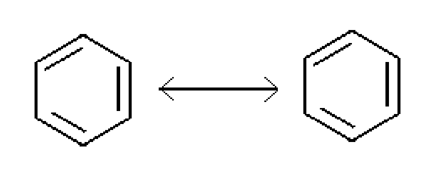
⇦ **علل : استغرق التعرف على الصيغة البنائية للبنزين سنوات عديدة .**

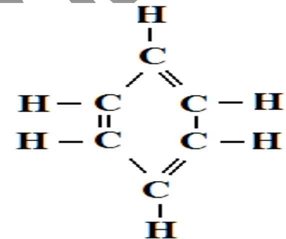
لأنه : يتفاعل بالإضافة و بالإحلال – طول الروابط بين ذرات الكربون وسط بين طول الرابطة الأحادية و المزدوجة و غيرها من الخواص التى حيرت العلماء مدة طويلة .

☼ العالم الألمانى أوجستين كيكولى ١٩٣١م ☼

⌗ توصل العالم **كيكولي Kekule** إلى صيغة بنائية للبنزين العطرى C_6H_6 و هى عبارة عن شكل حلقى سداسى منتظم تتبادل فيه الروابط الأحادية و الثنائية و توجد فى كل زاوية من الشكل ذرة كربون متصل بها ذرة هيدروجين .







✍ و يمكن الإكتفاء بالشكل ⬡ حيث تدل الحلقة داخل الشكل السداسى على عدم تمركز الإلكترونات الستة المكونة للروابط باى عند ذرات كربون معينة .

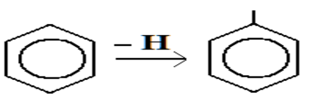
☼ شق أو مجموعة الآريل (Ar -) Aryl radical ☼

هو الشق الناتج من نزع ذرة هيدروجين من الهيدروكربون الأروماتى .

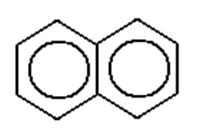
** **مثال** : شق الآريل الناتج من البنزين العطرى يسمى **مجموعة الفينيل Phenyl (C_6H_5 -)** .

$C_6H_6 \xrightarrow{-H} C_6H_5$ -

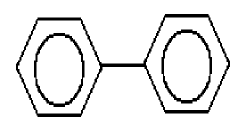




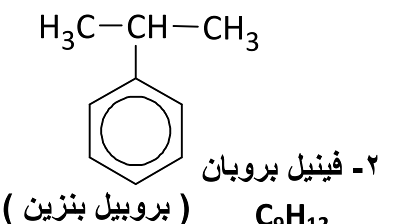
س : أكتب الصيغ الجزيئية و البنائية للمركبات التالية : نفثالين – ثنائى الفينيل – (٢- فينيل بروبان)



نفثالين
$C_{10}H_8$



ثنائى الفينيل (فينيل بنزين)
$C_{12}H_{10}$



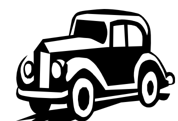
٢- فينيل بروبان (بروبيل بنزين)
C_9H_{12}



ملحوظة هامة :

وقود للسيارات هو الجازولين الذى يختلف تركيبه الكيميائى عن البنزين العطرى .

- **الألكان** المنزوع منه ذرة هيدروجين يسمى **ألكيل** و أول فرد من مجموعات الألكيل هو CH_3 - و يسمى ميثيل بينما المركبات **الأروماتيه** المنزوع منها ذرة هيدروجين تسمى **آريل** و أول أفرادها هو C_6H_5 - و يسمى الفينيل (Phenyl)
- يجب أن تفرق بين الفينيل (Phenyl) C_6H_5 - و هو البنزين منزوع من ذرة هيدروجين و الڤينيل (Venyl) $CH_2 = CH$- و هو إيثين منزوع منه ذرة هيدروجين مثل : بروميد الڤينيل و رمزه $CH_2 = CHBr$.



تحضير البنزين فى الصناعة

(١) **من التقطير التجزيئى لقطران الفحم :**



٢) **من الفينول** : بإمرار بخار الفينول على مسحوق الزنك الساخن (**إختزال الفينول**) .

$$C_6H_5OH + Zn \xrightarrow{\Delta} C_6H_6 + ZnO$$

س : ما دور مسحوق الزنك فى الحصول على البنزين من الفينول ؟

عامل مختزل قوى يعمل على نزع الأكسجين من الفينول فنحصل على البنزين .

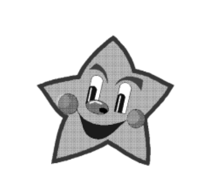


٣) **من المشتقات البترولية الأليفاتية :**

أ) الهكسان العادى : يمرر الهكسان العادى فى درجة حرارة مرتفعة على عامل حفاز يحتوى على البلاتين و تسمى هذه الطريقة بـ (**إعادة التشكيل المحفزة**) .

$$H_3C-CH_2-CH_2-CH_2-CH_2-CH_3 \xrightarrow[Pt]{\text{حرارة}} C_6H_6 + 4H_2$$

هكسان عادى C_6H_{14} — البنزين C_6H_6

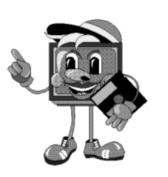


س : ما هو الألكان الذى يمكن إستخدامه لتحضير الطولوين بطريقة إعادة التشكيل ؟

جـ : الهبتان العادى أو ٢- ميثل هكسان .

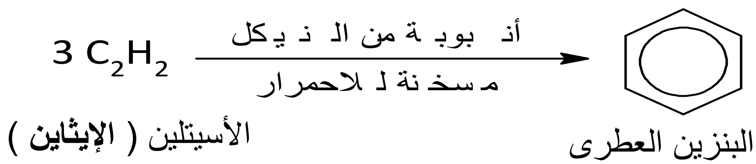
$$H_3C-CH_2-CH_2-CH_2-CH_2-CH_2-CH_3 \xrightarrow[Pt]{\text{حرارة}} C_6H_5CH_3 + 4H_2$$

الهبتان العادى — الطولوين





ب) بلمرة الإيثاين (البلمرة الحلقية) : بإمرار الإيثاين (**الأسيتيلين**) فى أنبوبة من النيكل مُسخنة للإحمرار .



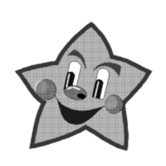
$$3\ C_2H_2 \xrightarrow[\text{مسخنة للاحمرار}]{\text{أنبوبة من النيكل}} C_6H_6$$

الأسيتلين (**الإيثاين**) — البنزين العطرى



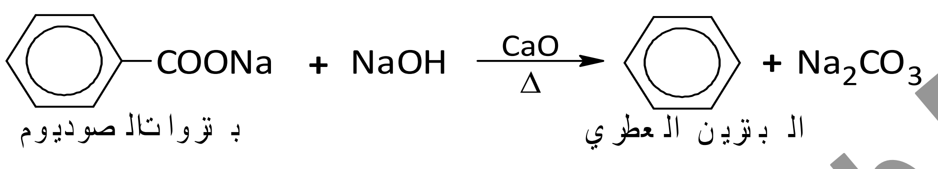
س : قارن بين : البلمرة بالإضافة ـ البلمرة بالتكاثف ـ البلمرة الحلقية (مع ذكر مثال فى كل حالة) .

س : مبتدئاً بكربيد الكالسيوم .... كيف تحصل على البنزين العطرى .



تحضير البنزين فى المختبر

بالتقطير الجاف لملح بنزوات الصوديوم مع الجير الصودى .. (نفس طريقة تحضير الميثان)



$$C_6H_5COONa + NaOH \xrightarrow[\Delta]{CaO} C_6H_6 + Na_2CO_3$$

بنزوات الصوديوم — البنزين العطري



س : ما الفرق بين : التقطير الجاف / التقطير التجزيئ / التقطير الاتلافى .

س : وضح بالمعادلات تأثير التقطير الجاف (فى وجود الجير الصودى) على كل من :

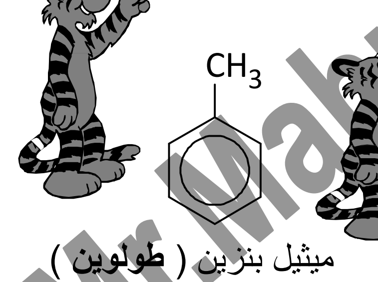
(١) أسيتات الصوديوم . (٢) بنزوات الصوديوم .

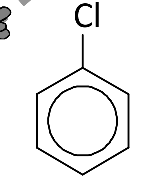
تسمية مشتقات البنزين

(١) أحادية الإحلال : قد يوجد على حلقة البنزين مجموعة فعالة واحدة أو ذرة حلت محل الهيدروجين فنذكر إسم الذرة أو المجموعة مصحوبة بكلمة بنزين و يجب أن نعرف أن الستة ذرات كربون متكافئة تماماً .

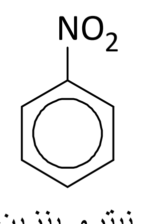
** **أمثلة** :



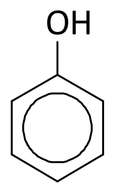














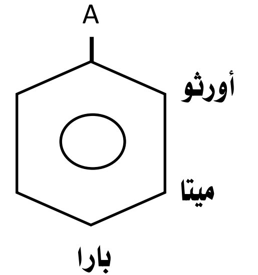
OH	NO_2	Cl	CH_3
هيدروكسى بنزين (**فينول**)	نيترو بنزين	كلورو بنزين	ميثيل بنزين (**طولوين**)

لاحظ أن : بعض المركبات يكون لها أسماء خاصة (أسماء تجارية) مثل الطولوين.



(٢) ثنائية الإحلال :

كل ذرات كربون حلقة البنزين فى الوضع العادى متماثلة و لكن إذا ارتبطت حلقة البنزين بمجموعة فعالة أو ذرة غير الهيدروجين تصبح ذرات **الكربون الخمسة المتبقية مختلفة** عن بعضها و يصبح لها **مسميات** لذلك يجب ذكر أسماء أو أرقام لها لتمييزها عن بعضها كما يلى :



(١) **أورثو** (ortho) و يرمز لها بالرمز (o -) .

(٢) **ميتا** (meta) و يرمز لها بالرمز (m -) .

(٣) **بارا** (para) و يرمز لها بالرمز (p -) .





⌘ يتوقف موضع الإستبدال الثانى على نوع المجموعة المستبدلة أولاً (A) فهى التى توجه إلى موضع التى الإستبدال الثانى و قد وجد أنها تنقسم إلى نوعين :

١) مجموعات توجهه الاستبدال الثانى للموقعين أرثو و بارا :

تشمل كل من :

مجموعات الألكيل	الهاليدات	الهيدروكسيل	الأمينو
- R (– CH_3)	- X (-F , -Cl , -Br , -I)	- OH	- NH_2

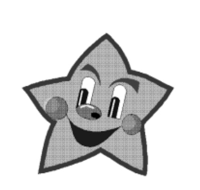
فعند اجراء تفاعل من تفاعلات الإستبدال (الإحلال) **مثل** هلجنة فى غياب ضوء الشمس **أو** نيترة **أو** سلفنه **أو** ألكله للبنزين الذى يحمل أى من هذه المجموعات السابقة **فإن** المجموعة الجديدة التى تدخل على حلقة البنزين من هذا التفاعل تدخل فى الموضعين **أرثو** أو **بارا** .

✍ ملحوظة : **يكتب الموضع ثم اسم المجموعة البديلة ثم اسم المركب الأصلى .**

مثال : كلورة **الطولوين**

$$2\,C_6H_5CH_3 + 2Cl_2 \xrightarrow{Fe} o\text{-}ClC_6H_4CH_3 + p\text{-}ClC_6H_4CH_3 + 2HCl$$

طولوين — **أورثو كلورو** طولوين — **بارا كلورو** طولوين



٢) مجموعات موجهة للموقع ميتا :

تشمل كل من :

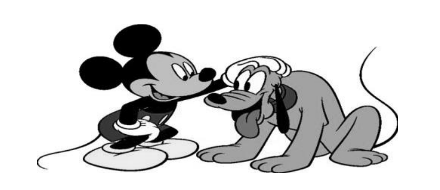
مجموعة الفورميل	مجموعة الكربونيل	مجموعة الكربوكسيل	مجموعة النيترو
- CHO	= C =O	- COOH	- NO_2

فعند اجراء تفاعل من تفاعلات الإستبدال (الإحلال) **مثل** هلجنة فى غياب ضوء الشمس **أو** نيترة **أو** سلفنه **أو** ألكله للبنزين الذى يحمل أى من هذه المجموعات السابقة **فإن** المجموعه الجديدة التى تدخل على حلقة البنزين من هذا التفاعل تدخل فى الموضع **ميتا فقط** .

مثال : كلورة **نيترو بنزين**

$$C_6H_5NO_2 + Cl_2 \xrightarrow{Fe} m\text{-}ClC_6H_4NO_2 + HCl$$

نيترو بنزين — **ميتا كلورو** نيترو بنزين

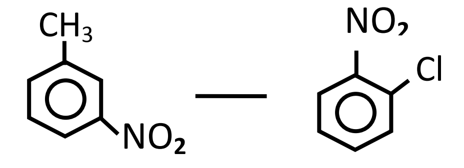


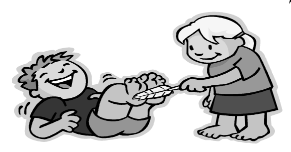
س : مبتدئاً بالبنزين كيف تحصل على كل من :

١) أرثو و بارا نيترو كلورو بنزين . **٢) ميتا كلورو نيترو بنزين .**

✍ **علل : نيترة الكلوروبنزين تعطى مركبين بينما كلورة النيتروبنزين تعطى مركب واحد .**

✍ **س : أكتب الإسم الكيميائى لكل من :**



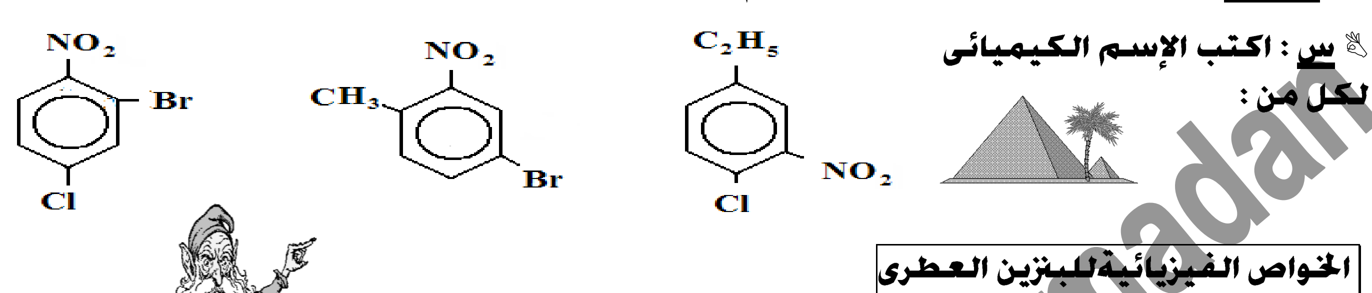


(٣) ثلاثية الإحلال :

لا تستخدم التعبيرات أرثو و ميتا و بارا بل ترقم ذرات الكربون فى الحلقة و نأخذ بأقل الأرقام كلما أمكن ذلك ثم ترتب التسمية حسب الحروف الأبجدية اللاتينية .

⌑ **ملحوظة** : تسمية الأيوباك تأخذ عن طريق الأرقام فقط .

✍ **س : اكتب الإسم الكيميائى لكل من :**



الخواص الفيزيائية للبنزين العطرى

١) البنزين سائل شفاف لا يمتزج بالماء له رائحة مميزة يغلى عند ٨٠° م .

الخـواص الكيميائيـة للبنزين العطرى

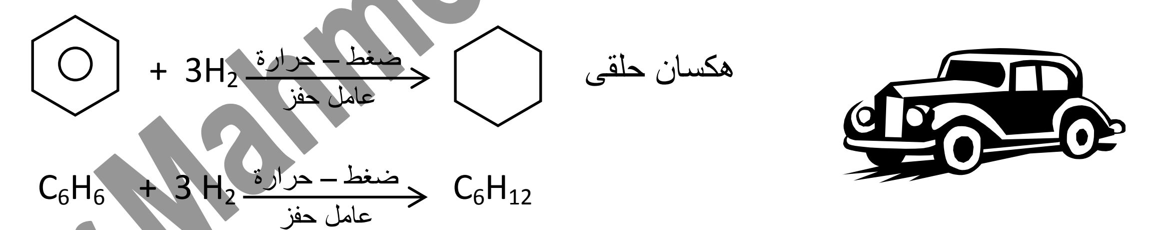
يتفاعل البنزين بنوعين من التفاعلات هما الإضافة و الإحلال .

أولاً) تفاعلات الإضافة

بالرغم من احتواء جزئ البنزين على روابط مزدوجة إلا أن تفاعلات الإضافة فى البنزين صعبة و لا تحدث إلا تحت ظروف خاصة ... **هل يمكنك تفسير هذه العبارة ؟** " معلومة إثرائية " بسبب تداخل السحابة الالكترونية المكونة للروابط باى مما يجعلها أكثر قوة فلا تتفاعل فى الظروف العادية .

١) إضافة الهيدروجين (الهدرجة) :

⇦ تتم الإضافة بالضغط و الحرارة و فى وجود عامل حفاز لينتج الهكسان الحلقى .



$$C_6H_6 + 3H_2 \xrightarrow[\text{عامل حفز}]{\text{ضغط – حرارة}} C_6H_{12}$$

س : القانون العام C_nH_{2n} يمثل نوعين من الهيدروكربونات (A , B) المركب A يحضر من الإيثانول والمركب B يحضر من البنزين العطرى . **أيهما أكثر نشاطاً - اكتب معادلة تحضير المركب الأقل نشاطاً فى المعمل .**

٢) إضافة هالوجين (الهلجنة فى الضوء المباشر) :

⇦ يتفاعل البنزين مع الكلور أو البروم فى **ضوء الشمس** و يتكون **سداسى هالو هكسان حلقى** فمع الكلور يتكون **المبيد الحشرى** المعروف باسم **الجامكسان** (**سداسى كلورو هكسان حلقى = سداسى كلوريد بنزين**) .

$$C_6H_6 + 3Cl_2 \xrightarrow{UV} C_6H_6Cl_6$$

سداسى كلورو **هكسان** حلقى (**الجامكسان**)

$$C_6H_6 + 3\,Cl_2 \xrightarrow{UV} C_6H_6Cl_6$$




ثانياً) تفاعلات الاحلال



- يتم فيها إستبدال ذرة هيدروجين أو أكثر بذرات أو مجموعات أخرى .

⇐ **علل : تفاعلات الإحلال من التفاعلات الهامة للبنزين .**

- لأنها تمكننا من الحصول على مركبات لها أهمية إقتصادية كبيرة .

١) إضافة هالوجين (الهلجنة) :

- يتفاعل البنزين مع الكلور فى وجود برادة الحديد أو كلوريد الحديد III **كعامل حفاز** مكونا **كلورو بنزين** .

$$C_6H_6 + Cl_2 \xrightarrow[uv]{FeCl_3} C_6H_5Cl + HCl$$

كلورو بنزين

$$C_6H_6 + 3\ Cl_2 \xrightarrow[uv]{FeCl_3} C_6H_5Cl + HCl$$

- كما يمكن استبدال أكثر من ذرة هيدروجين من حلقة البنزين بذرات هالوجين فى وجود عامل حفاز لتنتج هاليدات الآريل بكميات كبيرة لإستخدامها كمبيدات حشرية و من أكثرها استخداماً مبيد **(د.د.ت D.D.T) .**

- **مبيد د . د . ت (D . D . T) :**

- هو **ثنائى كلورو ثنائى فينيل ثلاثى كلورو إيثان** (DDT = **d**ichloro-**d**iphenyl- **t**richloroethane) .
- **يرجع سبب سُميته الشديدة** إلى الجزء ($>CH-CCl_3$) من الجزئ و الذى يذوب فى النسيج الدهنى للحشرة فيقتلها .

⇐ **علل : استخدام د . د . ت منذ تصنيعه عام ١٩٣٩م قبل الحرب العالمية الثانية استخدام كبير كمبيد حشرى .**

- لسميته الشديدة على جميع أنواع الحشرات .

**** ميزاته :**

أقبح مركب **حُضّر** فى تاريخ الكيمياء **لذا** حرم استخدامه فى كثير من البلاد المتقدمة (**علل**) بسبب المشاكل البيئية التى ظهرت نتيجة استخدامه .

٢) الألكلة Alkylation : [تفاعل فريدل – كرافت Friedel – Craft]

- **هو تفاعل البنزين مع هاليدات الألكيل (R – X) فى وجود مادة حفازة مثل كلوريد الألومنيوم $AlCl_3$ اللامائى فتحل مجموعة الألكيل محل ذرة هيدروجين فى حلقة البنزين و يتكون ألكيل بنزين .**

مثال : تفاعل البنزين مع كلوريد الميثيل لتكوين الطولوين .

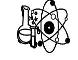
$$C_6H_6 + CH_3-Cl \xrightarrow[\text{لا مائى}]{AlCL_3} C_6H_5CH_3 + HCl$$

ميثيل بنزين (طولوين)

س : من كربيد الكالسيوم كيف تحصل على : الجامكسان – الهكسان الحلقى – طولوين – كلوروبنزين .

س : من الهكسان العادى كيف تحصل على : الهكسان الحلقى – الجامكسان .

من قال سبحان الله و بحمده تكتب له ألف حسنة أو تحط عنه ألف سيئة



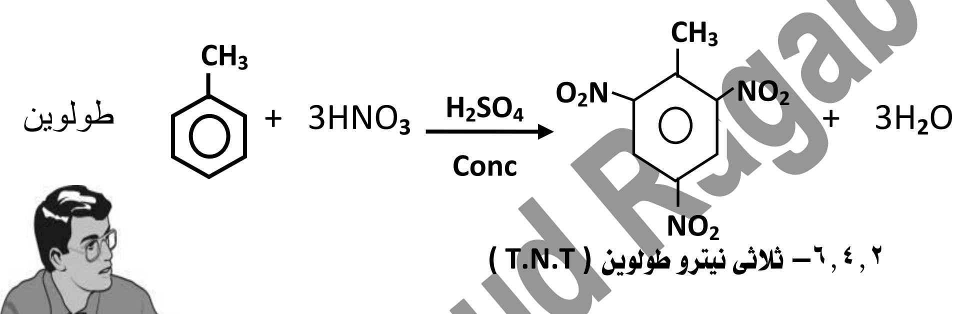


٣) النيترة Nitration :

هى تفاعل البنزين مع حمض النيتريك المركز فى وجود حمض الكبريتيك المركز فتحل مجموعة نيترو ($-NO_2$) محل ذرة هيدروجين فى حلقة البنزين .

$$C_6H_6 + HO-NO_2 \xrightarrow[50\ C]{H_2SO_4\ Conc} C_6H_5NO_2 + H_2O$$

نيترو بنزين



⇦ علل : مركبات عديد النيترو العضوية مواد شديدة الإنفجار .

يرجع ذلك إلى ان جزيئاتها تحتوى على وقودها الذاتى (الكربون) و المادة المؤكسدة (الأكسجين) فتحترق بسرعة و ينتج عنها كمية كبيرة من الحرارة و الغازات تحدث الإنفجار بسبب كسر الرابطة الضعيفة (N – O) و تكوين رابطتين قويتين بين (C , O) فى جزئ ثانى أكسيد الكربون و (N , N) فى جزئ النيتروجين .

★ **مفرقع ثلاثى نيترو طولوين (T . N . T)**

من مركبات النيترو العضوية المتفجرة التى أنتج منها ملايين الأطنان خلال الحرب العالمية الثانية ومازال إنتاجها .

تحضر بتفاعل خليط النيترة (**حمض النيتريك و حمض الكبريتيك المركزين بنسبة ١:١**) مع الطولوين .

$$C_6H_5CH_3 + 3HNO_3 \xrightarrow[Conc]{H_2SO_4} CH_3C_6H_2(NO_2)_3 + 3H_2O$$

طولوين

٦,٤,٢– ثلاثى نيترو طولوين (T.N.T)



س : **اكتب تسمية الأيوباك الصحيحة لـ** : T.N.T و **كيف تحصل عليه من كربيد الكالسيوم .**

س : **عرف كلاً من : T.N.T ـ خليط النيترة .**



د) السلفنة Sulphonation :

هى تفاعل البنزين مع حمض الكبريتيك المركز فتحل مجموعة السلفونيك ($-SO_3H$) محل ذرة الهيدروجين فى حلقة البنزين و يتكون حمض بنزين سلفونيك .

$$C_6H_6 + HO-SO_3H \xrightarrow{Conc} C_6H_5SO_3H + H_2O$$

حمض بنزين السلفونيك



★★ ملحوظة

♣ تقوم صناعة المنظفات الصناعية أساساً على معالجة مركبات حمض السلفونيك الآروماتية بالصودا الكاوية لنحصل على الملح الصوديومى القابل للذوبان فى الماء .

$$R-C_6H_4-SO_3H + NaOH \longrightarrow R-C_6H_4-SO_3^-Na^+ + H_2O$$

ألكيل بنزين حمض السلفونيك — **الملح الصوديومى لألكيل بنزين حمض السلفونيك**

♣ و يتضح أن جزئ المنظف الصناعى يتكون من جزئين هما :

(١) **الذيل** : عبارة عن السلسلة الكربونية الطويلة و هى **كارهة للماء** .

(٢) **الرأس** : عبارة عن مجموعة متأينة و هى **محبة للماء** .





☼ كيفية عمل المنظفات ☼

لا يصلح الماء في إزالة البقع الدهنية من على الأنسجة (علل) لأن البقع مواد عضوية بينما الماء مذيب قطبى و لهذا تستخدم المنظفات الصناعية في التنظيف .

⇦ علل : تستخدم المنظفات الصناعية فى عملية تنظيف الأنسجة .

لأن الماء لا يصلح في إزالة البقع نظراً لأن البقع مواد عضوية لا تذوب في الماء (مذيب قطبى) .

☼ دور المنظف الصناعى فى عملية التنظيف :

(١)ذوبان المنظف فى الماء يقلل من التوتر السطحى للماء مما يزيد من قدرة الماء على تبليل (تندية) النسيج المراد تنظيفه .

(٢) تترتب جزيئات المنظف بحيث يتجه :

⌑ **الذيل (الكاره للماء)** نحو البقعة الدهنية و يلتصق بها .

⌑ **الرأس (المحب للماء)** نحو الماء .

(٣)بذلك تتغطى البقعة الدهنية بجزيئات المنظف و عند الغسيل يؤدى الإحتكاك الميكانيكى إلى طرد البقع الدهنية و تكسيرها إلى كرات صغيرة .

(٤)تنفصل هذه الكرات نتيجة تنافر رؤوس جزيئات المنظف (لأنها متشابهة الشحنة) و تتعلق فى الماء على هيئة مستحلب و يتم التخلص منها بعملية الشطف .

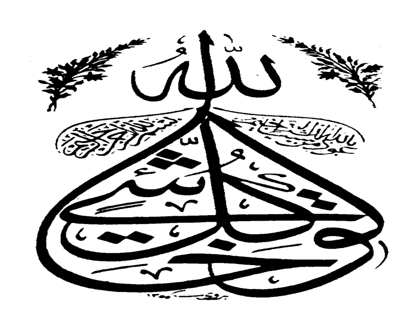
(رَبَّنَا مَا خَلَقْتَ هَذا بَاطِلاً سُبْحَانَكَ فَقِنَا عَذَابَ النَّارِ رَبَّنَا إِنَّكَ مَن تُدْخِلِ النَّارَ فَقَدْ أَخْزَيْتَهُ وَ مَا لِلظَّالِمِينَ مِنْ أَنصَارٍ رَّبَّنَا إِنَّنَا سَمِعْنَا مُنَادِيًا يُنَادِي لِلإِيمَانِ أَنْ آمِنُواْ بِرَبِّكُمْ فَآمَنَّا رَبَّنَا فَاغْفِرْ لَنَا ذُنُوبَنَا وَ كَفِّرْ عَنَّا سَيِّئَاتِنَا وَ تَوَفَّنَا مَعَ الأبْرَارِ رَبَّنَا وَ آتِنَا مَا وَعَدتَّنَا عَلَى رُسُلِكَ وَ لاَ تُخْزِنَا يَوْمَ الْقِيَامَةِ إِنَّكَ لاَ تُخْلِفُ الْمِيعَادِ) [آل عمران : ١٩١- ١٩٤]

"Our Lord! You have not created (all) this without purpose, glory to You! (Exalted be You above all that they associate with You as partners). Give us salvation from the torment of the Fire. *Our Lord! Verily, whom You admit to the Fire, indeed, You have disgraced him, and never will the Zaalimoon (polytheists and wrong-doers) find any helpers. *Our Lord! Verily, we have heard the call of one (**Muhammad** p.b.u.h.) calling to Faith: 'Believe in your Lord,' and we have believed. *Our Lord! Forgive us our sins and remit from us our evil deeds, and make us die in the state of righteousness along with Al-Abraar (those who are obedient to Allah and follow strictly His Orders). *Our Lord! Grant us what You promised unto us through Your Messengers and disgrace us not on the Day of Resurrection, for You never break (Your) Promise."

الحمد لله اللّهم ربنا لك الحمد بما خلقتنا ورزقتنا وهديتنا وعلمتنا ، وأنقذتنا وفرجت عنا ، لك الحمد بالايمان ، ولك الحمد بالإسلام ، ولك الحمد بالقرآن ، ولك الحمد بالأهل والمال والمعافاة ، كبت عدونا ـ وبسطت رزقنا ، وأظهرت أمننا وجمعت فرقتنا ، وأحسنت معافاتنا ، ومن كل ما سألناك أعطيتنا ، فلك الحمد على ذلك حمداً كثيراً ، ولك الحمد بكل نعمة أنعمت بها علينا فى قديم و حديث ، أو سراً وعلانية ، أو حىّ و ميت ، أو شاهد و غائب ، حتى ترضى ، ولك الحمد إذا رضيت ، ولك الحمد بعد الرضا ، وصلى اللّهم على محمد وعلى آله وسلم .







Mr. Mahmoud Ragab 0122-5448031

دعاء بعد المذاكرة

اللهم إنى استودعك ما قرأت وما حفظت وما تعلمت
فرده إلى عند حاجتى إليه ، إنك على كل شئ قدير

دعاء عند النسيان

لا اله إلا أنت سبحانك إنى كنت من الضالين يا حى يا قيوم برحمتك استغيث رب إنى مسنى الضر وأنت أرحم الراحمين
اللهم يا جامع الناس ليوم لا ريب فيه اجمع على ضالتى

مذكرة المنار



Mr. Mahmoud Ragab

معلم أول العلوم

مدرسة آل السعيد الثانوية

شبرا صورة

المشرف العام على مادة الكيمياء بموقع الثانوية العامة الجديدة

اسم الطالب

....

مقدمة

مرحباً بك عزيزى طالب الصف الثالث الثانوى و تهنئة من القلب على إجتيازك الصف الثانى الثانوى بنجاح و نتمنى لك كل التوفيق فى هذا العام الجديد .

مذكرة المنار مع أطيب أمنياتى بالنجاح و التوفيق .

أهم أسباب التفوق فى الشهادة الثانوية (إن شاء الله)

❶ التقـوى : يجـب علـى الطالـب أن يتـق الله عـزو جـل فـى أفعالـه و أقوالـه حتـى يحصـل علـى العلـم عمـلا بقولـه تعالى " و اتقوا الله و يعلمكم الله " لذلك يجب عليه تبعاً لذلك ترك المعاصى و التوبة إلى الله توبة نصوحا.

❷ المحافظة على الصلاة في أوقاتها خاصة صلاة الفجر .

❸ اللجوء لله بكثرة الدعاء له و التوكل عليه فى التوفيق فى المذاكرة و تحصيل العلم.

❹ تنظيم الوقت جيداً و عمل جدول أسبوعى للمذاكرة بحيث تكون هناك ساعات فى اليوم لمذاكرة الدروس الجديدة و عمل الواجبات و ساعات أخرى لمراجعة القديم ، كما يراعى فى التنظيم أن تراجع كل مادة على الأقل مرة واحدة فى الأسبوع.

❺ قبـل المـذاكرة اقـرأ و لـو صـفحة واحـدة مـن القـرآن الكـريم بتركيـز شـديد و تمعـن و تـدبر حتـى يكـون ذهنـك صـافياً و بعد ذلك يبدأ عقلك فى التركيز فى تحصيل العلم فقط دون تشويش من أى مؤثر خارجى .

❻ ابدأ المذاكرة بدعاء قبل المذاكرة و اختمها بدعاء بعد المذاكرة .

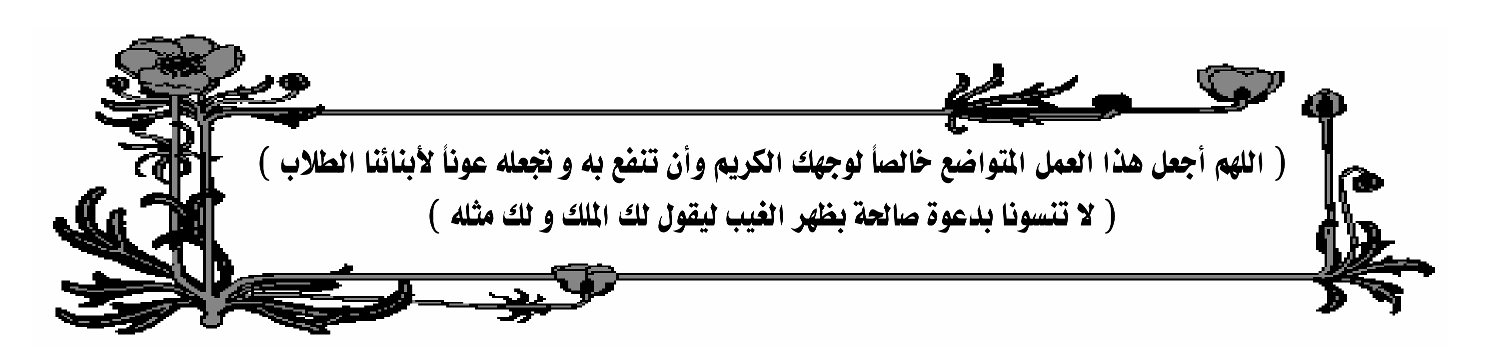
❼ أثناء المذاكرة حاول أن تستخدم عدة طرق لتثبيت المعلومات كالتالى : اقرأ الجزء الذى ستذاكره كاملاً أول مرة ثم قم بتقسيمه إلى عدة عناوين و أجزاء ثم ذاكر كل جزء على حدة بالصوت العالى مرة و بالقراءة مرة و بالكتابة مرة أخرى ثم ذاكر جميع الأجزاء معاً ثم قم بحل بعض الأسئلة على الدرس كاملاً .

🕮 دعاء قبل المذاكرة 🕮

❁ " اللهم إنى أسألك فهم النبيين و حفظ المرسلين و إلهام الملائكة المقربين ، اللهم اجعل ألسنتنا عامرة بذكرك و قلوبنا بخشيتك و أسرارنا بطاعتك إنك على كل شئ قدير و حسبنا الله و نعم الوكيل " ❁

🕮 دعاء بعد المذاكرة 🕮

❁ " اللهم إني أستودعك ما قرأت وما حفظت فرده علي عند حاجتي إليه يا رب العالمين " ❁







المنار فى الكيمياء للثانوية العامة

Mr.Mahmoud Ragab 0122-5448031

قُل للعيونِ إذا تساقطَ دمعُهَا اللَّه أكبرُ من همَّى وأحزَانِى ..
قُل للفؤاد إذا تعاظَم كربهُ ربّ الفؤادِ بلطفهِ يرعَانِى ...





مشتقات الهيدروكربونات

مقدمة :

اعتمد تصنيف المركبات العضوية فى **الماضي** على خواصها **الفيزيائية** مثل الرائحة و الطعم و **بعض** خواصها **الكيميائية** و مع تقدم طرق التحليل الكيميائى وجد أن الخواص الفيزيائية و الكيميائية للمركبات ترجع إلى وجود مجموعات معينة تسمى المجموعات الوظيفية .

✍ **المجموعة الوظيفية أو الفعالة :**

ذرة أو مجموعة من الذرات مرتبطة بشكل معين و تكون ركن من جزئ المركب و لكن فعاليتها (وظيفتها) تتغلب على خواص الجزئ بأكمله .

✍ وقد تم تقسيم المركبات العضوية إلى مجموعات (أقسام) لكل منها مجموعة وظيفية معينة كما بالجدول التالى :

القسم	الصيغة العامة	المجموعة الوظيفية	مثال
الكحولات	R - OH	الهيدروكسيل - OH	CH_3OH كحول مثيلى
الفينولات	Ar - OH	الهيدروكسيل - OH	(OH على حلقة البنزين) الفينول
الإثيرات	R - O - R	الإثير - O -	$CH_3 - O - CH_3$ إثير ثنائى الميثيل
الألدهيدات	$R-\overset{O}{\overset{\Vert}{C}}-H$	$-\overset{O}{\overset{\Vert}{C}}-H$ الفورميل	$CH_3 - CHO$ أسيتالدهيد
الكيتونات	$R-\overset{O}{\overset{\Vert}{C}}-R$	$-\overset{O}{\overset{\Vert}{C}}-$ الكربونيل	$CH_3-\overset{O}{\overset{\Vert}{C}}-CH_3$ أسيتون (بروبانون)
الأحماض الكربوكسيلية	$R-\overset{O}{\overset{\Vert}{C}}-OH$	$-\overset{O}{\overset{\Vert}{C}}-OH$ الكربوكسيل	$CH_3-\overset{O}{\overset{\Vert}{C}}-OH$ حمض الأسيتيك
الإسترات	$R-\overset{O}{\overset{\Vert}{C}}-OR$	$-\overset{O}{\overset{\Vert}{C}}-OR$ الإستر	$CH_3-\overset{O}{\overset{\Vert}{C}}-OC_2H_5$ إستر أسيتات الإيثيل
الأمينات	$R - NH_2$	الأمين $- NH_2$	$C_2H_5NH_2$ ايثيل أمين

من قال سبحان الله و بحمده تكتب له ألف حسنة أو تحط عنه ألف سيئة

الكحــولات و الفينــولات

✍ هى مركبات عضوية تحتوى جزيئاتها على مجموعة أو أكثر من مجموعات الهيدروكسيل .

✍ إذا اتصلت مجموعة الهيدروكسيل بمجموعة **ألكيل** سمى المركب **كحول** R – OH و إذا اتصلت بمجموعة **آريل** سمى المركب **فينول** Ar – OH .

وجه المقارنة	الكحولات	الفينولات
التعريف	مركبات عضوية تحتوى جزيئاتها على مجموعة أو أكثر من مجموعات الهيدروكسيل المتصلة بمجموعة ألكيل (R-)	مركبات عضوية تحتوى جزيئاتها على مجموعة أو أكثر من مجموعات الهيدروكسيل المتصلة بمجموعة آريل (Ar-)
الصيغة العامة	R – OH	Ar – OH
مثال	CH_3-OH كحول ميثيلى	فينول (حمض كربوليك)
الإشتقاق	مشتقة من الماء باستبدال ذرة هيدروجين بمجموعة ألكيل $H-OH \xrightarrow{+R} R-OH$	مشتقة من الماء باستبدال ذرة هيدروجين بمجموعة آريل $H-OH \xrightarrow{+Ar} Ar-OH$
	مشتقات هيدروكسيلية للهيدروكربونات الأليفاتية بإستبدال ذرة هيدروجين أو أكثر بمجموعة هيدروكسيل أو أكثر . $R-H \xrightarrow{+OH} R-OH$	مشتقات هيدروكسيلية للهيدروكربونات الآروماتية بإستبدال ذرة هيدروجين أو أكثر بمجموعة هيدروكسيل أو أكثر . $Ar-H \xrightarrow{+OH} Ar-OH$

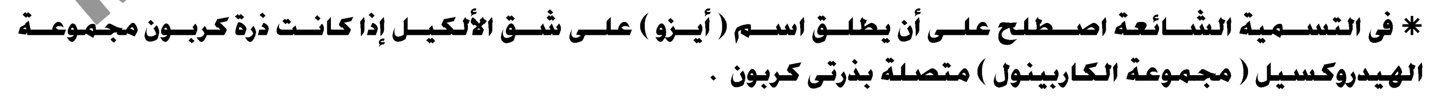
أولاً : الكحــولات Alcoholes

التسميــة : هناك طريقتان لتسمية الكحولات و هما :

١) تبعا لمجموعة الألكيل (التسمية الشائعة) :



✍ تسمى الكحولات باسم مجموعة الألكيل تسبقها كلمة كحول .



*** فى التسمية الشائعة اصطلح على أن يطلق اسم (أيزو) على شق الألكيل إذا كانت ذرة كربون مجموعة الهيدروكسيل (مجموعة الكاربينول) متصلة بذرتى كربون .**

أمثلة :

كحول ميثيلى	كحول إيثيلى	كحول بروبيلى	كحول أيزو بروبيلى
CH_3-OH	CH_3-CH_2-OH	$CH_3-CH_2-CH_2-OH$	$CH_3-CH(OH)-CH_3$

٢) تبعا لنظام الأيوباك :

✍ يشتق اسم الكحول من الألكان المقابل (المحتوى على نفس عدد ذرات الكربون) مع إضافة المقطع (ول) .

✍ **يجب عند التسمية ترقيم السلسلة الكربونية من الطرف القريب لمجموعة الهيدروكسيل .**

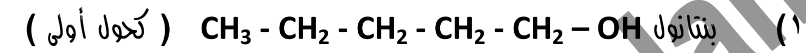


* **أمثلة** :

٢ – بروبانول	١ – بروبانول	إيثانول	ميثانول
$H_3C-CH(OH)-CH_3$	$CH_3-CH_2-CH_2-OH$	CH_3-CH_2-OH	CH_3-OH



* **مثال** : البنتان يمكن اشتقاق **أربعة** أيزوميرات كحولية مختلفة هى :



١) بنتانول $CH_3-CH_2-CH_2-CH_2-CH_2-OH$ (كحول أولى)

٢) ٢- بنتانول $CH_3-CH_2-CH_2-CH(OH)-CH_3$ (كحول ثانوى)

٣) ٣- بنتانول $CH_3-CH_2-CH(OH)-CH_2-CH_3$ (كحول ثانوى)

٤) ٢- ميثيل ٢- بيوتانول $CH_3-CH_2-C(CH_3)_2-OH$ (كحول ثالثى)



تدريـــب :

١- أكتب الإسم الشائع و الإسم بنظام الأيوباك للكحولات الآتية :

$H_3C-CH_2-CH(OH)-CH_3$ $H_3C-CH(OH)-CH_3$ $H_3C-C(CH_3)(OH)-CH_3$ $H_3C-CH_2-C(CH_3)(OH)-CH_3$

٢- أكتب الصيغة البنائية لكل من الكحولات الآتية ثم وضح نوعها و أسمائها بطريقة مجموعة الألكيل :

١) ٢- بروبانول
٢) ٣- هكسانول
٣) ٢,٣- ثنائى ميثيل -٢- بنتانول
٤) ٢,٣- ثنائى ميثيل -١- بيوتانول
٥) ٢ ميثيل ١- بيوتانول
٦) ٢- بيوتانول
٧) ٢ ميثيل ٢- بروبانول
٨) ٣- ميثيل -٣- هكسانول
٩) ٢,٢- ثنائى ميثيل -١- بروبانول
١٠) ميثانول
١٠) كحول أيزو بنتيلى
١١) ٢,٣- ثنائى ميثيل -١- بيوتانول .

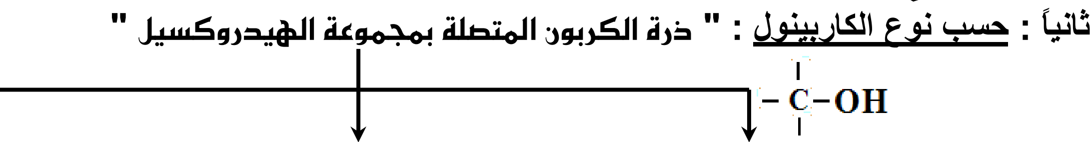


تصنيف الكحولات

أولاً : حسب عدد مجموعات الهيدروكسيل فى الجزئ :

عديدة الهيدروكسيل	ثلاثية الهيدروكسيل	ثنائية الهيدروكسيل	أحادية الهيدروكسيل
$H_2C(OH)-(CHOH)_4-CH_2(OH)$ $C_6H_8(OH)_6$ **السوربيتول**	$H_2C(OH)-CH(OH)-CH_2(OH)$ $C_3H_5(OH)_3$ **الجليسرول**	$H_2C(OH)-CH_2(OH)$ $C_2H_4(OH)_2$ **الإيثيلين جليكول**	CH_3-OH **الميثانول**

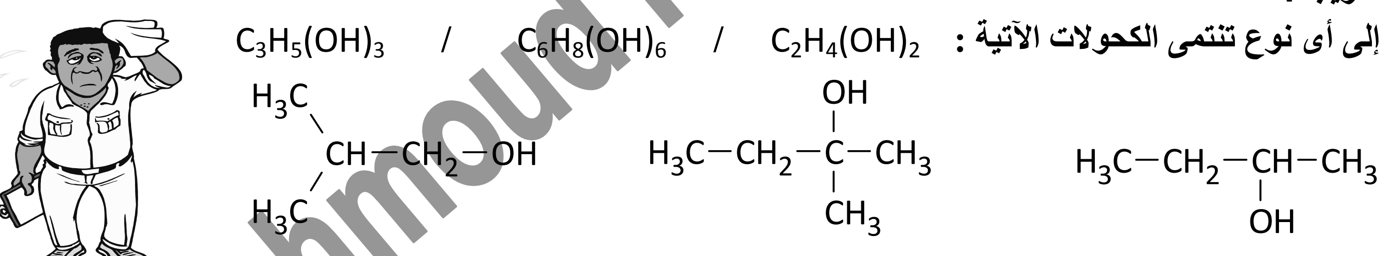
ثانياً : حسب نوع الكاربينول : " ذرة الكربون المتصلة بمجموعة الهيدروكسيل "



	كحــولات أوليــة	كحــولات ثانويــة	كحــولات ثالثيــة
التعريــف	تكون فيها مجموعة الكاربينول طرفيه أو ترتبط بذرة كربون واحدة و ذرتى هيدروجين .	ترتبط فيها مجموعة الكاربينول بذرتى كربون و ذرة هيدروجين واحدة .	ترتبط فيها مجموعة الكاربينول بثلاث بذرة كربون و لا تتصل
الصيغــة العامــة	$R-C(H)(H)-OH$	$R-C(H)(R)-OH$	$R-C(R)(R)-OH$
مثــال	$H_3C-C(H)(H)-OH$ كحول إيثيلى إيثانول	$H_3C-C(H)(CH_3)-OH$ كحول بروبيلى ثانوى (كحول أيزو بروبيلى) ٢- بروبانول	$H_3C-C(CH_3)(CH_3)-OH$ كحول بيوتيلى ثالثى ٢- ميثيل -٢- بروبانول

تدريب :

إلى أى نوع تنتمى الكحولات الآتية : $C_2H_4(OH)_2$ / $C_6H_8(OH)_6$ / $C_3H_5(OH)_3$



$H_3C-CH_2-CH(OH)-CH_3$ $H_3C-CH_2-C(OH)(CH_3)-CH_3$ $(H_3C)_2CH-CH_2-OH$

علل : ٢- بروبانول من الكحولات الثانوية بينما الإيثانول من الكحولات الأولية .

أولاً : الكحولات الأولية أحادية الهيدروكسيل

الكحول الإيثيلى (الإيثانول) C_2H_5OH

- من أقدم المركبات العضوية التى تم تحضيرها صناعياً فقد حضره قدماء المصريين منذ أكثر من ثلاثة آلاف عام من تخمر المواد السكرية .

☼ طرق تحضير الإيثانول فى الصناعة ☼

١) التخمر الكحولى :

هو التحلل المائى للمواد السكرية أو النشوية فى وجود إنزيم الزيميز (فطر الخميرة) مكوناً الإيثانول و CO_2 .

◇ الإنتاج عالمياً :

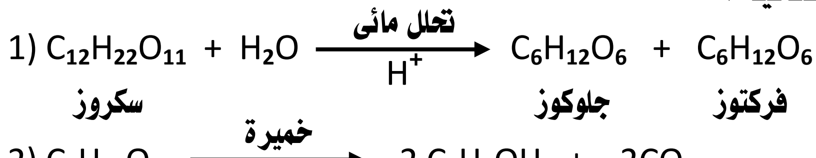
ينتج حوالى ٢٠ ٪ من الإيثانول على مستوى العالم من عمليات التخمر الكحولى للمواد السكرية والنشوية خاصة فى البلدان التى تكثر فيها زراعة قصب السكر والبنجر والذرة .

◇ الإنتاج فى مصر :

يحضر الإيثانول من **المولاس " المحلول السكرى المتبقى بعد استخلاص السكر منه "** و ذلك فى مصانع شركة السكر و التقطير المصرية بالحوامدية .



◇ تتم عملية التخمر تبعاً للخطوات التالية :



$$1)\ C_{12}H_{22}O_{11} + H_2O \xrightarrow[H^+]{\text{تحلل مائى}} C_6H_{12}O_6 + C_6H_{12}O_6$$

سكروز — جلوكوز — فركتوز



$$2)\ C_6H_{12}O_6 \xrightarrow[\text{إنزيم الزيميز}]{\text{خميرة}} 2\,C_2H_5OH + 2CO_2$$

كحول إيثيلى

س : **مبتدئاً بالسكروز كيف تحصل على** : **الإيثان – الإيثيلين جليكول .**

٢) الإماهة (الهيدرة) الحفزية للإيثين :

هى الطريقة الشائعة لتحضير الإيثانول خاصة فى معظم البلاد النفطية فعند تكسير المواد البترولية كبيرة السلسلة ينتج غاز الإيثين الذى يجرى له عملية إماهة حفزية (**تفاعل الإيثين مع الماء فى وجود عوامل حفازة مثل حمض الكبريتيك أو الفوسفوريك و التسخين عند ١١٠ ْم**) .

$$1)\ \text{منتجات بترولية} \xrightarrow{\text{تكسير}} CH_2 = CH_2$$



$$2)\ CH_2 = CH_2 + H_2O \xrightarrow[110^o\ C]{H_2SO_4} C_2H_5OH$$

س : **من الايثين كيف تحصل على** : الإيثانول و العكس .

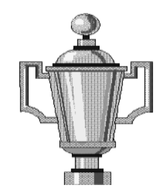
⇦ **علل : يعتبر الإيثانول من البتروكيماويات .**

لأنه يحضر من الهيدرة الحفزية للإيثين الناتج من تكسير المواد البترولية كبيرة السلسلة .

ملحوظة : الإيثين هو الألكين الوحيد الذي يعطي كحول أولي بالهيدرة الحفزية . أما بقية الألكينات فتعطى كحولات ثانوية أو ثالثية و يتم التفاعل طبقاً لقاعدة ماركونيكوف .

علل : لا تصلح الإماهة الحفزية للألكينات فى الحصول على الميثانول .





إيثيـــــن $\xrightarrow{\text{إماهة حفزية}}$ إيثانول (كحول أولى)

بقية الألكينات $\xrightarrow{\text{إماهة حفزية}}$ كحولات ثانوية أو ثالثية (قاعدة ماركونيكوف)

**** مثال :**

$$CH_3 - CH = CH_2 + HOH \xrightarrow[110^o\ C]{H_2SO_4} CH_3 - \underset{}{\overset{OH}{\overset{|}{C}H}} - CH_3$$

بروبين — ٢- بروبانول (كحول ثانوى)

$$CH_3 - \overset{CH_3}{\overset{|}{C}} = CH_2 + HOH \xrightarrow[110^o\ C]{H_2SO_4} CH_3 - \underset{OH}{\underset{|}{\overset{CH_3}{\overset{|}{C}}}} - CH_3$$

٢- ميثيل بروبين — ٢- ميثيل -٢- بروبانول (كحول ثالثى)

س : **كيف تحصل على** :





١- كحول بيوتيلى ثالثى من ألكين مناسب .

٢- بنتانول ثالثى من كحول أولى .

٣- كحول ثانوى من كحول أولى .

> **يوجد هاليد ألكيل أولى حيث ترتبط ذرة الهالوجين بذرة كربون مرتبط بها ذرتين هيدروجين على الاقل (أى بذرة كربون طرفية) .**
>
> **يوجد هاليد ألكيل ثانوى حيث ترتبط ذرة الهالوجين بذرة كربون مرتبط بها ذرة هيدروجين واحدة (أى ذرة كربون وسطية) .**
>
> **يوجد هاليد ألكيل ثالثى حيث ترتبط ذرة الهالوجين بذرة كربون غير مرتبطة بذرات هيدروجين (أى مرتبطة بثلاث ذرات كربون) .**




☼ الطريقة العامة لتحضير الكحولات ☼

يمكن تحضير الكحولات **بتسخين هاليدات الألكيل مع المحاليل المائية للقلويات القوية** فتحل مجموعة الهيدروكسيل محل ذرة الهالوجين و يتكون الكحول .

$$R\boxed{X + K}OH \xrightarrow[\text{مائية}]{\Delta} R\,OH + KX$$

⇦ **علل : هاليدات الألكيل مصدر للحصول على الكحولات الأولية و الثانوية و الثالثية .**

☝ وذلك بتسخين هاليدات الألكيل مع المحاليل المائية للقلويات القوية حيث تحل مجموعة الهيدروكسيل محل شق الهاليد ويتكون الكحول المقابل .

ملحوظـة : ترتب الهالوجينات حسب سهولة انتزاعها من هاليد الألكيل كما يلى : يود – بروم – كلور .

أولاً : تحضير الكحولات الأولية :

$$CH_3 - CH_2 - \boxed{Br + K}OH \xrightarrow[\text{مائية}]{\Delta} CH_3 - CH_2 - OH + KBr$$

بروميد إيثيل — إيثانول (كحول أولى)

✍ **س : من الإيثين كيف تحصل على كحول إيثيلى بثلاث طرق .**

ثانياً : تحضير الكحولات الثانوية :

$$CH_3 - \underset{CH_3}{\overset{H}{C}} - \boxed{Br + K}OH \xrightarrow[\text{مائية}]{\Delta} CH_3 - \underset{CH_3}{\overset{H}{C}} - OH + KBr$$

٢- برومو بروبان — ٢- بروبانول (كحول ثانوى)

ثالثاً : تحضير الكحولات الثالثية :

$$CH_3 - \underset{CH_3}{\overset{CH_3}{C}} - \boxed{Cl + K}OH \xrightarrow[\text{مائية}]{\Delta} CH_3 - \underset{CH_3}{\overset{CH_3}{C}} - OH + KCl$$

٢- كلورو -٢- ميثيل بروبان (كلوريد بيوتيل ثالثى) — بيوتانول ثالثى (٢- ميثيل -٢- بروبانول)

✍ **س : من هاليد ألكيل مناسب كيف تحصل على :** كحول (أولى / ثانوى / ثالثى) .

تدريـــب : **ما هو هاليد الألكيل المناسب لتحضير الكحولات الآتية (اكتب معادلة التفاعل)** :

١) الميثانول . **٢) ٢ـ بروبانول** . **٣) ٢ـ ميثيل ـ٢ـ بروبانول** .

الكحول المحول (السبرتو الأحمر)

✍ **هو عبارة عن إيثانول مضاف إليه بعض المواد السامة (الميثانول** : **يسبب الجنون و العمى) و المواد كريهة الرائحة (البيريدين) و بعض الصبغات لتلوينه .**

المكونات : ٨٥ ٪ إيثانول + ٥ ٪ ميثانول + ١ ٪ إضافات كريهة الرائحة + لون (صبغة) و رائحة و ماء .

⇦ **علل : تفرض الدولة ضريبة إنتاج عالية على الإيثانول النقى الذى تركيزه ٩٦ ٪ .**

☝ للحد من تناوله فى المشروبات الكحولية لما لها من أضرار صحية و إجتماعية جسيمة .

✍ هذه الإضافات السامة و الكريهة الرائحة لا يمكن فصلها إلا بطرق كيميائية معقدة ، كما أن القانون يعاقب عليها .

س : كيف تحصل على الإيثانول من : ألكان مناسب – **ألكين** مناسب – **ألكاين** مناسب .

☼ الخواص العامة للكحولات ☼

أولاً : الخواص الفيزيائية :

✱ الكحولات مواد شفافة متعادلة التأثير على صبغة عباد الشمس لأن مجموعة الهيدروكسيل بها **غير متأينة** .

✱ **المركبات الأولـــى :** سوائل خفيفة – تمتزج بالماء امتزاجاً تاماً .

✱ **المركبات المتوسطة :** سوائل زيتية القوام .

✱ **المركبات العليــــا :** مواد صلبة ذات قوام شمعى .

✱ تختلف الكحولات [خاصة المركبات الأولى منها] عن الألكانات المقابلة **فنجد أن :**



١) الكحولات تذوب فى الماء بعكس الألكانات المقابلة (علل) .

↵ بسبب إحتواء الكحولات على مجموعة الهيدروكسيل القطبية التى تكون روابط هيدروجينية بين جزيئات الكحول و الماء فتذوب بسهولة فى الماء .

كحول: $R-O^{\delta-}-H^{\delta+} \cdots\cdots O(H)-H$:ماء

٢) درجة غليان الكحولات مرتفعة بعكس الألكانات المقابلة (علل) .

↵ بسبب إحتواء الكحولات على مجموعة الهيدروكسيل القطبية التى تكون روابط هيدروجينية بين جزيئات الكحول و بعضها مما يسبب إرتفاع درجة غليانها .

$R-O^{\delta-}-H^{\delta+} \cdots\cdots O(R)-H$

★★ تزداد درجة ذوبان الكحول فى الماء بزيادة عدد مجموعات الهيدروكسيل فى الجزئ و صغر الكتلة الجزيئية له .

⇐ **علل : يذوب الإثيلين جليكول** $C_2H_4(OH)_2$ **فى الماء بدرجة أكبر من الإيثانول** C_2H_5OH .

↵ لإحتواء الإيثيلين جليكول على عدد أكبر من مجموعات الهيدروكسيل القطبية فيزداد عدد الروابط الهيدروجينية التى يكونها مع جزيئات الماء فيذوب بدرجة أكبر من الإيثانول .

★★ تزداد درجة غليان الكحول بزيادة عدد مجموعات الهيدروكسيل فى الجزئ و كبر الكتلة الجزيئية له .



الكحول	درجة الغليان
إيثانول $C_2H_5(OH)$	٧٨° م
إيثيلين جليكول $C_2H_4(OH)_2$	١٩٧° م
الجليسرول $C_3H_5(OH)_3$	٢٩٠° م

س : رتب تصاعديا حسب درجة الغليان ما يلى : [$C_3H_5(OH)_3$ - C_2H_5OH - $C_2H_4(OH)_2$ - C_2H_6]

⇐ **علل : درجة غليان الجلسرول** $C_3H_5(OH)_3$ **أعلى من الإيثانول** C_2H_5OH [**أو من البروبانول** $C_3H_7(OH)$] .

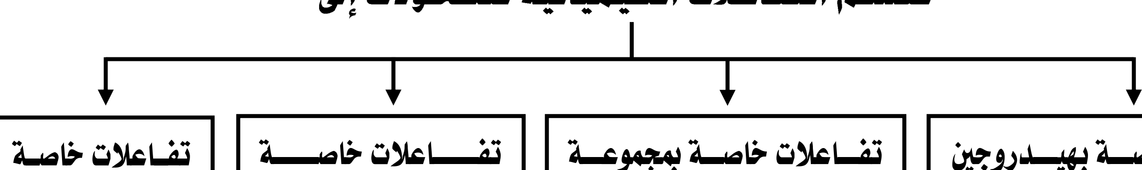
↵ لإحتواء الجلسرول على عدد أكبر من مجموعات الهيدروكسيل القطبية فيزداد عدد الروابط الهيدروجينية المتكونة بين الجزيئات فترتفع درجة الغليان .

اللهم إنى أعوذ بك من القسوة و الغفلة و الذلة و المسكنة ، و أعوذ بك من الكفر و الفسوق و الشقاق و السمعة و الرياء ، و أعوذ بك من الصمم و البكم و الجذام و الحذام و سيئ الأسقام



ثانياً : الخواص الكيميائية :

تقسم التفاعلات الكيميائية للكحولات إلى



تفاعلات خاصة بهيدروجين مجموعة الهيدروكسيل و تشمل : ١) حمضية الكحولات . ٢) تكوين الإستر .	تفاعلات خاصة بمجموعة الهيدروكسيل و تشمل : التفاعلات مع الأحماض الهالوجينية .	تفاعلات خاصة بمجموعة الكاربينول و تشمل : تفاعلات الأكسدة .	تفاعلات خاصة بالجزئ كله وتشمل : تفاعل نزع الماء

(١) تفاعلات خاصة بذرة هيدروجين مجموعة الهيدروكسيل (H –)

أ) حمضية الكحولات :

على الرغم من أن الكحولات متعادلة التأثير على عباد الشمس و لكنها تظهر صفة حمضية ضعيفة عند تفاعلها مع الفلزات القوية مثل **الصوديوم** و **البوتاسيوم** حيث يحل الفلز محل ذرة **هيدروجين** مجموعة الهيدروكسيل و يتكون ألكوكسيد الفلز و يتصاعد غاز **الهيدروجين** الذى يشتعل **بفرقعة** عند تقريب شظية مشتعله له .

$$2\ R-OH + 2\ Na \longrightarrow 2\ R-ONa + H_2\uparrow$$

ألكوكسيد الصوديوم



⇦ **علل : تسلك الكحولات فى بعض تفاعلاتها مسلك الأحماض .**

⇦ **علل : للكحولات صفة حمضية ضعيفة .**

لأن فى مجموعة الهيدروكسيل تكون السالبية الكهربية للأكسجين أكبر من الهيدروجين فتجذب ذرة الأكسجين إلكترونات الرابطة نحوها بمقدار أكبر فيسهل كسر هذه الرابطة و يحل الفلز محل هيدروجين مجموعة الهيدروكسيل .

تدريب عملى : (إثبات الخاصية الحامضية للكحولات)

الخطوات : ضع قطعة صغيرة من الصوديوم (فى حجم الحمصة) في أنبوبة اختبار تحتوى على ٥ مل من الإيثانول و أغلق الأنبوبة بإصبع الإبهام .

المشاهدة :

✱ حدوث فوران .
✱ عند تقريب عود ثقاب مشتعل إلى فوهة الأنبوبة بحذر تحدث فرقعة مميزة .
✱ عند تبخير المحلول على حمام مائى بعد انتهاء التفاعل تشاهد ترسب مادة صلبة بيضاء .

الإستنتاج :

✱ حدوث الفوران دليل على حدوث تفاعل و المادة البيضاء هى إيثوكسيد الصوديوم :

$$2\ C_2H_5-OH + 2\ Na \longrightarrow 2\ C_2H_5-ONa + H_2\uparrow$$

إيثوكسيد صوديوم — يشتعل بفرقعة

⇦ **علل : يتكون راسب أبيض عند تبخير المحلول الناتج من تفاعل الإيثانول مع الصوديوم .**

لأن الصوديوم يحل محل هيدروجين مجموعة الهيدروكسيل فى الإيثانول مكونا ملح إيثوكسيد الصوديوم الذى يظهر فى صورة راسب أبيض بعد تبخير المحلول .

* ملحوظة

- تتحلل **الألكوكسيدات** مائياً " تميؤ " و تعطى مرة أخرى الكحول و القلوى **فمثلاً** يتحلل إيثوكسيد الصوديوم مائياً و يعطى إيثانول و هيدروكسيد صوديوم كما يلى :

$$C_2H_5ONa + HOH \longrightarrow C_2H_5OH + NaOH$$



س : اكتب معادلة تفاعل فلز الصوديوم مع الميثانول .

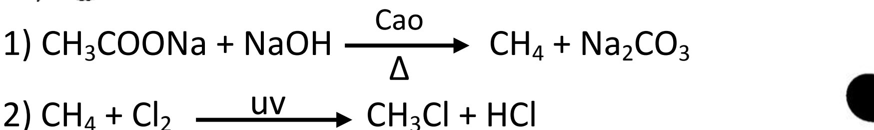
س : كيف تحصل على الإيثانول من إيثوكسيد الصوديوم و العكس .

س : من إيثوكسيد الصوديوم كيف تحصل على الإيثيلين جليكول ـــ حمض الأسيتيك و العكس .

س : كيف تميز عمليا بين : الإيثانول و الأسيتالدهيد .

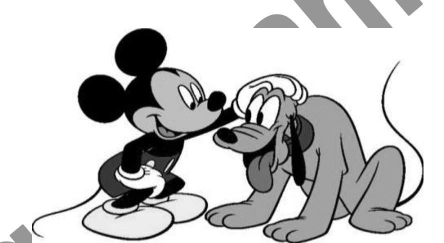
س : من أسيتات الصوديوم كيف تحصل على ميثوكسيد الصوديوم .

الحل :



1) $CH_3COONa + NaOH \xrightarrow[\Delta]{Cao} CH_4 + Na_2CO_3$

2) $CH_4 + Cl_2 \xrightarrow{uv} CH_3Cl + HCl$



3) $CH_3Cl + KOH \xrightarrow[\Delta]{\text{مائية}} CH_3OH + KCl$



4) $2\ CH_3OH + 2\ Na \longrightarrow 2\ CH_3ONa + H_2 \uparrow$

ب) تكوين الإستر : (كحول + حمض كربوكسيلى ⟵ إستر + ماء)

- **هو تفاعل الكحولات مع الأحماض العضوية فى وجود مادة نازعة للماء .**

الإسترات: هى مركبات عضوية تنتج من تفاعل الكحولات مع الأحماض العضوية .

$$CH_3CO\ OH + H\ O - C_2H_5 \longrightarrow CH_3COO - C_2H_5 + H_2O$$

حمض إيثانويك   إيثانول   أسيتات (إيثانوات) الإيثيل

⇦ **علل : فى تفاعل الإسترة ينفصل من جزئ الكحول ذرة هيدروجين مجموعة الهيدروكسيل و تنفصل من جزئ الحمض مجموعة الهيدروكسيل . (مصدر الماء الناتج فى تفاعل تكوين الإستر : (H) من الكحول و (OH) من الحمض العضوى)**

⇦ **أو : علل : أكسجين الماء فى تفاعل الأسترة مصدره الحمض و ليس الكحول .**

لأنه عند تفاعل كحول إيثيلى يحتوى على نظير الأكسجين الثقيل (O^{18}) بحمض إيثانويك يحتوى على أكسجين عادى (O^{16}) وجد أن الماء الناتج يحتوى على أكسجين عادى إذن مصدر أكسجين الماء الحمض العضوى .

⇦ **علل : يضاف حمض الكبريتيك المركز فى تفاعل الأسترة .**

- لأن التفاعل إنعكاسى لذا يضاف الحمض لإمتصاص الماء الناتج و منع حدوث التفاعل العكسى .

⇦ **علل : تفاعل الإسترة من التفاعلات البطيئة و المنعكسة .**

- **بطئ** لأن التفاعل يتم بين الجزيئات و **منعكس** لأن هذه التفاعلات تسير فى كلا الإتجاهين الطردى و العكسى معاً و كلا المتفاعلات و النواتج توجد فى حيز التفاعل حيث لا يتكون راسب و لا يتصاعد غاز .

س : كيف تحصل على إستر أسيتات الإيثيل من كربيد الكالسيوم .

(٢) تفاعلات خاصة بمجموعة الهيدروكسيل (OH –)

✍ **تتفاعل الكحولات مع الأحماض الهالوجينية HX (علل)نظراً لإحتواء الكحولات على مجموعة الهيدروكسيل .**

✍ **يتفاعل الإيثانول مع حمض الهيدروكلوريك المركز الذى يضاف إليه كلوريد الخارصين كعامل حفز مكوناً كلوريد الإيثيل :**

$$1\text{- } C_2H_5\text{-}OH + HCl \xrightarrow{ZnCl_2} C_2H_5\text{-}Cl + H_2O$$

كلوريد إيثيل



س : من الإيثانول كيف تحصل على كلوريد الإيثيل و العكس .

(٣) تفاعلات خاصة بمجموعة الكاربينول ($-\overset{|}{\underset{|}{C}}-OH$)

✍ **تشمل تفاعل الاكسدة حيث تتأكسد الكحولات بالعوامل المؤكسدة العادية مثل :**

(١) ثاني كرومات البوتاسيوم المحمضة بحمض الكبريتيك $K_2Cr_2O_7 + H_2SO_4$ (حمض الكروميك $H_2Cr_2O_7$) **حيث يتحول لونها البرتقالى إلى الأخضر .**

(٢) برمنجنات البوتاسيوم المحمضة بحمض الكبريتيك المركز $KMNO_4 + H_2SO_4$ **حيث يزول لونها البنفسجى .**

✍ **دور العامل المؤكسد : يتركز فعل العامل المؤكسد عند أكسدة الكحولات على ذرات الهيدروجين المتصلة بمجموعة الكاربينول حيث يحولها إلى مجموعات هيدروكسيل .**

✍ **لكن** عندما تتصل **مجموعتى** هيدروكسيل بذرة **كربون واحدة** يكون المركب الناتج **غير ثابت** و سرعان ما **يفقد** جزئ **ماء** و يتحول إلى مركب **ثابت** و **تختلف نواتج الأكسدة حسب نوع الكحول :**

أولاً) أكسدة الكحولات الأولية

⇦ **علل : تتأكسد الكحولات الأولية على مرحلتين .**

⇜ لأن مجموعة الكاربينول تكون متصلة بذرتى هيدروجين فعندما تتأكسد ذرة الهيدروجين الأولى يتكون **الألدهيد** و عندما تتأكسد ذرة الهيدروجين الثانية يتكون **الحمض** :

كحول أولى ⟵أكسدة **ألدهيد** ⟵أكسدة **حمض كربوكسيلى**

$-CH_2OH$ **مجموعة كحول أولية** ⟵أكسدة $-CHO$ **مجموعة ألدهيد** ⟵أكسدة $-COOH$ **مجموعة كربوكسيل**

مثال : أكسدة الإيثانول

$$CH_3-\overset{H}{\underset{H}{\overset{|}{\underset{|}{C}}}}-OH \xrightarrow{[O]} \left[CH_3-\overset{H}{\underset{OH}{\overset{|}{\underset{|}{C}}}}-OH\right] \xrightarrow{-H_2O} CH_3-\overset{H}{\overset{|}{C}}=O \xrightarrow{[O]} CH_3-\overset{OH}{\overset{|}{C}}=O$$

إيثانـــول — مركب غير ثابت — أسيتالدهيد (إيثانـــال) — حمض الأسيتيك (الإيثانويك)

و يمكن كتابة المعادلة السابقة إختصاراً على الصورة :

$$C_2H_5OH + [O] \xrightarrow[H_2SO_4]{KMnO_4} CH_3CHO + H_2O \xrightarrow{[\ O\ ]} CH_3COOH$$

علل : يعتبر الألدهيد مركب وسطى بين الكحول و الحمض العضوى . (اجب بنفسك بالرجوع للجزء الأول صـ ٢٢ ـ)

⇦ **علل : يزول لون محلول برمنجانات البوتاسيوم المحمضة عند إضافتها للإيثانول .**

⇜ لسهولة أكسدة الإيثانول لإتصال مجموعة الكاربينول بذرتى هيدروجين قابلتين للأكسدة مكونا الأسيتالدهيد ثم حمض الإيثانويك .

س : من الميثان كيف تحصل على حمض الفورميك .



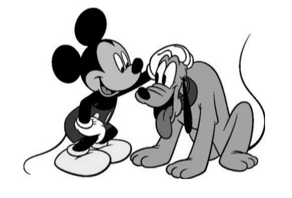
* أهمة كشف الأكسدة

- **الكشف عن الإيثانول (الكحولات)** : بوضع ٣ مل إيثانول فى أنبوبة إختبار **ثم** تضاف إليه كمية مماثلة من محلول **ثانى كرومات البوتاسيوم** المحمضة بحمض الكبريتيك **ثم** تسخين الأنبوبة فى حمام مائى لمدة عشر دقائق **فنلاحظ تغير** اللون من البرتقالى **إلى** الأخضر **و ظهور** رائحة الخل (حمض الإيثانويك) . **إذا استخدم** محلول **برمنجانات البوتاسيوم** المحمضة بحمض الكبريتيك كمادة مؤكسدة **نلاحظ** زوال اللون **البنفسجى** .

- **الكشف عن تعاطى السائقين للكحولات** : يسمح للشخص بنفخ بالون من خلال أنبوبة بها مادة سيلكاجل مشبعة بمحلول **ثانى كرومات البوتاسيوم** المحمضة بحمض الكبريتيك **ثم تترك البالونة** ليخرج منها هواء الزفير فإذا كان الشخص **مخموراً تغير** لون ثانى كرومات البوتاسيوم داخل الأنبوبة من اللون **البرتقالى** إلى اللون **الأخضر** .

علل : يستخدم تفاعل الأكسدة للكشف عن تعاطى السائقين للكحولات .

س : **كيف تميز عملياً بين** : **شخص يتعاطى الكحول (الخمر) و آخر لا يتعاطاه** .

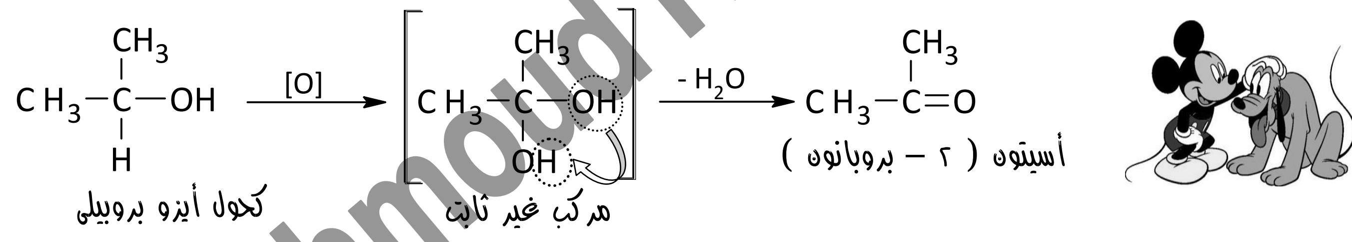


ثانياً) أكسدة الكحولات الثانوية

كحول ثانوى ← أكسدة ← **كيتون**

⇐ **علل : تتأكسد الكحولات الثانوية على خطوة واحدة.**

- لأن مجموعة الكاربينول فى الكحولات الثانوية تتصل بذرة **هيدروجين واحدة** فتتم الأكسدة على خطوة واحدة و يتكون **مركب غير ثابت** يفقد جزئ ماء و يتحول إلى **كيتون** .



س : **وضح بالمعادلات ما يلى** :

١) **أثر إضافة محلول برمنجانات البوتاسيوم المحمض إلى ٢- بيوتانول** .

٢) **كيف تحصل على الأسيتون من البروبانول** .

علل : يزول لون محلول برمنجانات البوتاسيوم المحمضة عند إضافته إلى البروبانول الثانوى .

ثالثاً) أكسدة الكحولات الثالثية

⇐ **علل : لا تتأكسد الكحولات الثالثية بالعوامل المؤكسدة العادية.**

- لعدم اتصال مجموعة الكاربينول بأى ذرات هيدروجين لذا فهى لا تتأكسد تحت الظروف العادية .

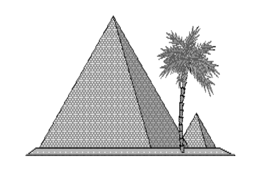
س : **كيف تميز عملياً بين** : **٢- بروبانول** (**كحول ثانوى**) & **٢- ميثيل - ٢- بروبانول** (**كحول ثالثى**) .

س : **مركب عضوى له الصيغة العامة** C_4H_9Br :

١) **ما عدد المشابهات الجزيئية لهذا المركب (اكتب الصيغة البنائية لأربع متشابهات)** .

٢) **ما ناتج التحلل المائى** (KOH_{aq}) **لكل من المشابهات السابقة** .

٣) **ماذا يحدث عند إضافة حمض الكروميك مع التسخين إلى كل ناتج فى الخطوة السابقة.**



٤) تفاعلات خاصة بجزئ الكحول كله (R – OH)

تشمل تفاعل نزع الماء بإستخدام مادة نازعة للماء مثل **حمض الكبريتيك** المركز الساخن و **يتوقف ناتج التفاعل على درجة الحرارة و كمية الكحول :**


علل : تتفاعل الكحولات مع حمض الكبريتيك المركز .

لإحتواء الكحولات على مجموعة الهيدروكسيل OH .


♣ **عند تسخين الإيثانول مع حمض الكبريتيك المركز عند ١٤٠ ْم :**

ينتزع جزئ ماء بواسطة حمض الكبريتيك من **جزيئين كحول** و ينتج **الإثير :**

$$2\,C_2H_5-OH \xrightarrow[140\,^\circ C]{H_2SO_4} C_2H_5-O-C_2H_5 + H_2O$$

إيثر ثنائى الإيثيل

علل : تعتبر الإيثيرات انهيدريدات للكحولات .

س : **كيف تحصل على الإثير المعتاد (إيثير ثنائى الإيثيل) من** : الإيثين – الإيثانول .

♣ **عند تسخين الإيثانول مع حمض الكبريتيك المركز عند ١٨٠ ْم :**

ينتزع جزئ ماء بواسطة حمض الكبريتيك من جزئ **كحول** واحد و ينتج **الألكين :**

$$H-\underset{H}{\overset{H}{C}}-\underset{H}{\overset{H}{C}}-OH \xrightarrow[180\,^\circ C]{H_2SO_4} H-\overset{H}{C}=\overset{H}{C}-H + H_2O$$

إيثين (إيثيلين)



س : وضح بالمعادلات :

١) **تأثير حمض الكبريتيك المركز على الإيثانول فى درجات الحرارة المختلفة** (80 – 140 – 180) .

٢) **تحويل :**

- كربيد كالسيوم إلى إيثوكسيد صوديوم .
- بروميد إيثيل إلى ميثان .
- حمض أسيتيك إلى كلوريد إيثيل .

الأهمية الاقتصادية للكحول الإيثيلى

١- مذيب للمركبات العضوية مثل الزيوت و الدهون و فى الصناعات الكيميائية مثل الأدوية و الطلاء و الورنيش .

٢- يستخدم فى محاليل تعقيم الفم و الأسنان عن طريق المضمضة كمادة مطهرة (علل) لقدرته على قتل الميكروبات .

٣- يستخدم فى صناعة الروائح العطرية و المشروبات الكحولية .

[للمشروبات الكحولية أضرار فتاكة على صحة الإنسان مثل تليف الكبد و سرطان المعدة و المرئ] .

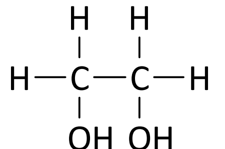
٤- يخلط مع الجازولين و يستخدم كوقود فى بعض البلدان مثل البرازيل .

٥- يدخل فى تكوين الكحول المحول (٨٥ ٪ إيثانول + ٥ ٪ ميثانول + ١ ٪ إضافات + لون و رائحة و ماء) الذى يستخدم كوقود منزلى و فى بعض الصناعات الكيميائية .

٦- تملأ به الترمومترات التى تقيس درجات الحرارة المنخفضة حتى -٥٠ ْ م (علل) لإنخفاض درجة تجمده (تصل إلى $-110,5\,^0c$)



ثانيـاً : الكحـولات الأوليـة ثنائيـة الهيدروكسيـل



تذكر تفاعل باير

مثال : الإيثلين جليكول (٢,١– ثنائى هيدروكسى إيثان) $C_2H_4(OH)_2$

الإستخدام :

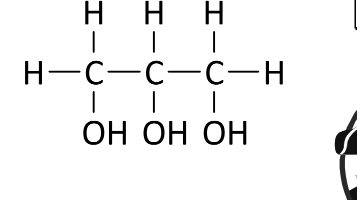
١- يستخدم فى مبردات السيارات فى المناطق الباردة كمادة مانعة لتجمد الماء فى مبردات السيارات . (علل بنفسك)

٢- يستخدم فى سوائل الفرامل الهيدروليكية و أحبار الأقلام الجافة و أحبار الطباعة (علل) بسبب لزوجته الشديدة .

٣- يحضر منه بوليمر بولى إيثيلين جليكول (PEG) الذى يدخل فى تحضير ألياف الداكرون و أفلام التصوير و أشرطة التسجيل .

س : من الإثين كيف تحصل على الإثيلين .

ثالثـاً : الكحـولات الأوليـة ثلاثيـة الهيدروكسيـل



مثال : الجليسرول (٣,٢,١– ثلاثى هيدروكسى بروبان) $C_3H_5(OH)_3$

الإستخدام :

١- يستخدم كمادة مرطبة للجلد فى مستحضرات التجميل و الكريمات .

٢- يدخل فى صناعة النسيج (علل) لأنه يكسب الأقمشة المرونة و النعومة .

٣- يدخل فى تحضير مفرقعات النيترو جلسرين (ثلاثى نترات الجلسرين) عن طريق عملية النيترة بواسطة خليط من حمضى الكبريتيك و النيتريك و يستخدم النيتروجلسرين أيضاً فى توسيع الشرايين فى علاج الأزمات القلبية :

$$\begin{matrix} CH_2-OH \\ | \\ CH-OH \\ | \\ CH_2-OH \end{matrix} + 3\,HO-NO_2 \xrightarrow{H_2SO_4\ Conc.} \begin{matrix} CH_2-O-NO_2 \\ | \\ CH-O-NO_2 \\ | \\ CH_2-O-NO_2 \end{matrix} + 3\,H_2O$$

جليسرول ← ثلاثى نترات الجلسرين

رابعـاً : المركبـات عديـدة الهيدروكسيـل

الكربوهيدرات : مواد ألدهيدية أو كيتونية عديدة الهيدروكسيل .

⇦ **علل : تعتبر الكربوهيدرات مواد ألدهيدية أو كيتونية عديدة الهيدروكسيل .**

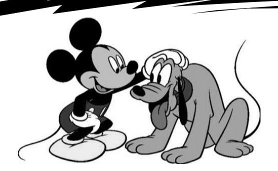
لأنها تحتوى على أكثر من مجموعة هيدروكسيل بجانب مجموعة ألدهيد أو كيتون .

مثال : سكر الجلوكوز أو **سكر الفركتوز** و كلاهما له الصيغة الجزيئية $C_6H_{12}O_6$.

السكر	الجلوكوز	الفركتوز
الصيغة البنائية	$CHO - (CHOH)_4 - CH_2OH$	$CH_2-OH - C{=}O - (CHOH)_3 - CH_2-OH$
المجموعات الوظيفية	ألدهيد + هيدروكسيل	كيتون + هيدروكسيل

علل : الجلوكوز و الفركتوز من المتشابهات الجزيئية .





الفينولات Phenols

✍ **<u>الفينولات</u>** :

مركبات هيدروكسيلية آروماتية تتصل فيها مجموعة هيدروكسيل أو أكثر مباشرة بذرات كربون حلقة البنزين .

فينول (حمض كربوليك) — OH

كاتيكول — OH , OH

بيروجالول — OH , OH , OH

س : اذكر تسمية الأيوباك للمركبات الثلاثة السابقة : الفينول – الكاتيكول – البيروجالول .

<u>الفينول</u> (حمض الكربوليك C_6H_5-OH)

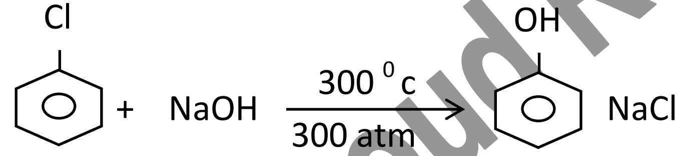
الفينول مركب عضوي له أهمية صناعية كبيرة (علل) يستخدم كمادة أولية في تحضير كثير من المنتجات مثل البوليمرات ، الأصباغ ، المطهرات ، مستحضرات حمض السلسليك (مثل الأسبيرين) ، حمض البكريك .

☼ <u>طرق الحصول على الفينول</u> ☼

١) **<u>قطران الفحم</u>** : **بالتقطير التجزيئى لقطران الفحم**

٢) **<u>المركبات الهالوجينية الأروماتية</u>** :

التحليل المائى للكلورو بنزين بالتسخين مع هيدروكسيد الصوديوم عند درجة ٣٠٠°م و ضغط ٣٠٠ جو .



<u>س</u> : من البنزين **كيف تحصل على** : الفينول و العكس .

<u>س</u> : من الفينول **كيف تحصل على** : الطولوين .

<u>الخواص الفيزيقية للفينول</u> :

✱ مادة صلبة كاوية على الجلد لها رائحة مميزة تنصهر عند ٤٣° م .

✱ شحيح الذوبان فى الماء ويزداد ذوبانه فى الماء برفع درجة الحرارة حتى يمتزج تماماً عند ٦٥°م .

<u>الخواص الكيميائية للفينول</u>

١) <u>حامضية الفينول</u>

⇦ **علل : الفينولات أكثر حامضية من الكحولات .**

⇦ **أو يتفاعل الفينول مع القلويات مثل الصودا الكاوية .**

⇦ **أو يسمى الفينول بحمض الكربوليك .**

⇦ **أو يعتبر الفينول من الأحماض .**

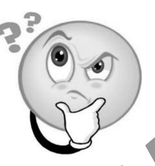
✍ لأن حلقة البنزين فى الفينول تزيد من طول الرابطة بين (H - O) فتضعفها فيسهل إنفصال أيون الهيدروجين

⇦ **علل : لا يمكن نزع مجموعة الهيدروكسيل من الفينولات بتفاعلها مع الأحماض .**

✍ لقوة الرابطة بين الأكسجين وحلقة البنزين حيث تعمل حلقة البنزين على تقصير طول الرابطة بين ذرة كربون حلقة البنزين فى الفينول و ذرة أكسجين مجموعة الهيدروكسيل فيصعب نزع مجموعة الهيدروكسيل من الفينول .

مقارنة بين الكحولات و الفينولات

	الكحــول	الفينــول
الصيغة العامة	R—OH	C_6H_5—OH
الحامضية	**أقل من** الفينولات	**أكثر من** الكحولات
التأثير على عباد الشمس	**متعادلة** التأثير	**حمضية** التأثير
التفاعل مع الصوديوم Na	**يتفاعل** و ينتج : ألكوكسيد صوديوم R—ONa + H_2	**يتفاعل** و ينتج : فينوكسيد صوديوم C_6H_5—ONa + H_2
التفاعل مع هيدروكسيد الصوديوم NaOH	**لا يتفاعل** لأن ليس له خواص **حمضية**	**يتفاعل** و ينتج : فينات صوديوم C_6H_5—ONa + H_2O
التفاعل مع حمض الهيدروكلوريك HCl	**يحدث تفاعل** لأن مجموعة **الألكيل طاردة** للإلكترونات فيؤدى ذلك إلى زيادة طول الرابطة بين الأكسجين وكربون مجموعة الألكيل فتصبح ضعيفة سهلة الكسر فيسهل نزع مجموعة OH و استبدالها بالهالوجين . $R \rightarrow O^{-\sigma} - H^{+\sigma}$	**لا يحدث تفاعل** لأن مجموعة **الآريل ساحبة** للإلكترونات فيؤدى ذلك إلى قصر طول الرابطة بين الأكسجين و كربون حلقة البنزين فتصبح قوية صعبة الكسر فيصعب نزع مجموعة OH و استبدالها بالهالوجين $Ar \leftarrow O^{+\sigma} - H^{+\sigma}$



أسئلة

١) ماذا يقصد بالتقطير الإتلافى للفحم الحجرى ؟ و من أحد نواتج التقطير كيف تحصل على الفينول ؟

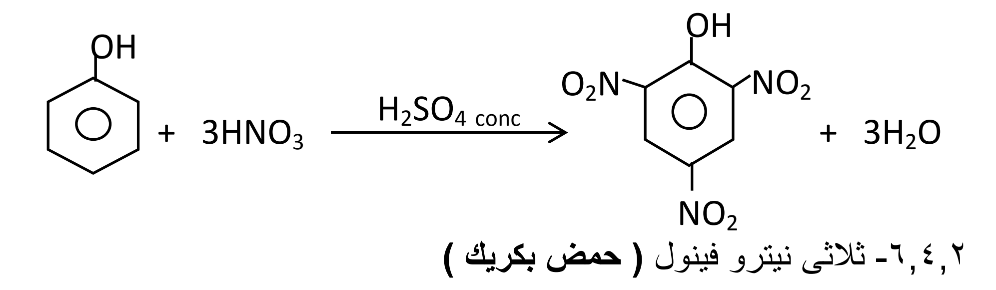
٢) من البنزين كيف تحصل على حمض الكربوليك و العكس .

س : ما الفرق بين حمض الكربوليك وحمض الكربونيك من حيث : الصيغة الكيميائية – الحمضية .

٢) نيترة الفينول

يتفاعل الفينول مع حمض النيتريك المركز فى وجود حمض الكبريتيك المركز مكوناً ٢,٤,٦- ثلاثى نيترو فينول و يسمى تجارياً بحمض البكريك .

استخدامات حمض البكريك : مادة متفجرة – مادة مطهرة لعلاج الحروق (علل) **حيث يصبغ الجلد بلون أصفر لا يسهل إزالته و يبقى عدة أيام إلى أن تتجدد طبقة الجلد الخارجية (البشرة) .**





٢,٤,٦- ثلاثى نيترو فينول **(حمض بكريك)**




علل : حمض البكريك سلاح ذو حدين .



س : كيف تحصل على حمض البكريك من كربيد الكالسيوم .

س : اكتب المعادلات التى توضح تأثير الصودا الكاوية على كل من :

١- الفينول . ٢- بروميد بيوتيل ثالثى . ٣- ألكيل حمض بنزين سلفونيك مع ذكر استخدام للمركب الناتج .

٣) التفاعل مع الفورمالدهيد

يتفاعل الفورمالدهيد مع الفينول و ذلك بخلطهما فى وسط حمضى أو قاعدى و يكونا معاً مبلمر مشترك Copolymer ثم تجرى عملية بلمرة بالتكاثف ليتكون بوليمر الباكليت .



٢ جزئ فينول + فورمالدهيد ← (وسط حمضى / أو قاعدى) مبلمر مشترك ← (بلمرة / بالتكاثف) بوليمر الباكليت

بوليمرات التكاثف

بوليمرات مشتركة تنتج عادة من ارتباط مونمرين مختلفين مع فقد جزئ صغير مثل جزئ الماء .

أو هى إرتباط نوعين مختلفين من المونيمر مكونة مبلمر مشترك و يخرج جزئ بسيط مثل الماء ثم يحدث إرتباط لجزيئات المبلمر المشترك مكوناً البوليمر .

تفسير تفاعل الفينول مع الفورمالدهيد :

يتم التفاعل على **خطوتين** هما :

١) يتفاعل جزئ من الفورمالدهيد مع جزيئين فينول و يخرج جزئ ماء مكوناً مبلمر مشترك .

٢) ترتبط جزيئات المبلمر المشترك بالتتابع مكونة بوليمر شبكى .

بوليمر البكاليت :

بوليمر ناتج من البلمرة بالتكاثف لناتج تفاعل الفورمالدهيد مع الفينول بخلطهما فى وسط حمضى أو قاعدى .

الباكليت : بلاستيك شبكى – لونه بنى قاتم – يتحمل الحرارة – عازل للكهرباء ؛ لذا يستعمل فى عمل الأدوات الكهربية و طفايات السجائر .

الكشف عن الفينول

أولاً : عند إضافة محلول كلوريد الحديد III إلى محلول الفينول يتلون المحلول بلون بنفسجى .

ثانياً : عند إضافة ماء البروم إلى محلول الفينول فى الماء يتكون راسب أبيض .

س : كيف تميز عملياً بين : **الفينول و الإيثانول .**

اللهمَّ إنى أسألك يا فارج الهم ، يا كاشف الغم ، يا مجيب دعوة المضطرين ، يا رحمن الدنيا ، يا رحيم الآخرة ، أرحمنى برحمتك اللهمَّ لكَ أسلمتُ ، و بكَ آمنتُ ، و عليكَ توكلتُ ، و بكَ خاصمتُ و إليكَ حاكمتُ ، فاغفر لى ما قدمتُ و ما أخرتُ ، و ما أسررتُ و ما أعلنتُ ، و أنتَ المقدم و أنتَ المؤخر لا إله إلا أنت الأول و الأخر و الظاهر و الباطن ، عليكَ توكلتُ ، و أنتَ رب العرش العظيم اللهمَّ آتِ نفسى تقواها ، و زكها يا خير من زكاها ، أنت وليها و مولاها يا رب العالمين .



الأحمـــاض الكربوكسيليـــة Carboxylic Acids

مركبات عضوية تحتوى على مجموعة كربوكسيل (COOH-) أو أكثر فى الجزئ تتصل بشق ألكيل أو بشق أريل .

- **أكثر المواد العضوية حامضية** و على الرغم من قوة الأحماض العضوية **إلا أنها** ليست أحماضاً قوية كالأحماض **غير العضوية** مثل حمض الهيدروكلوريك و الكبريتيك و النيتريك .

- **مجموعة الكربوكسيل** (COOH –) المميزة للأحماض العضوية هى مجموعة مركبة من مجموعتى الكربونيل (CO=) و الهيدروكسيل (OH –) .

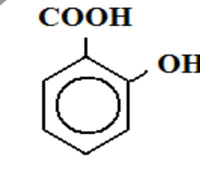
- **قاعدية الحمض العضوى** : هى عدد مجموعات الكربوكسيل الموجودة فى جزئ الحمض العضوى .

– **إذا اتصلت مجموعة الكربوكسيل بـ** :

أ) **مجموعة ألكيل يكون الحمض أليفاتى** :

COOH – COOH	C_2H_5COOH	CH_3 - COOH	H - COOH
حمض أكساليك	حمض بروبانويك	حمض أستيك	حمض فورميك
(ثنائى القاعدية)	**(أحادى القاعدية)**	**(أحادى القاعدية)**	**(أحادى القاعدية)**

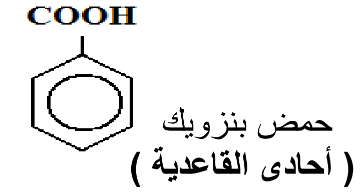
ب) **حلقة البنزين مباشرة يكون الحمض أروماتى** :



حمض سلسليك **(أحادى القاعدية)**



حمض فثاليك **(ثنائى القاعدية)**



حمض بنزويك **(أحادى القاعدية)**

⇦ **علل : تسمى الأحماض الأليفاتية المشبعة أحادية الكربوكسيل بالأحماض الدهنية .**

لأن عدد كبير من هذه الأحماض يوجد فى الدهون على هيئة إسترات مع الجليسرين .

☼ تسمية الأحماض الكربوكسيلية

١) **الاسم الشائع** :

✍ التسمية الشائعة للأحماض هى الأكثر استخداماً عن باقى المركبات العضوية الأخرى و تسمى الأحماض الكربوكسيلية عادة بأسمائها **الشائعة** المشتقة من الإسم **اللاتينى** أو **الإغريقى للمصدر** المُحضرة منه .

٢) **الاسم تبعاً لنظام الأيوباك** :

✍ يشتق من اسم **الألكان** المقابل مع إضافة المقطع (**ويك**) إلى نهاية اسم الألكان **[ألكان + ويك = ألكانويك]** يبدأ ترقيم ذرات الكربون فى أطول سلسلة كربونية مستمرة على ان تكون ذرة كربون مجموعة الكربوكسيل رقم (١)

الصيغة	اسم الحمض تبعا لمصدره	اسم الحمض تبعا للأيوباك
HCOOH	**حمض الفورميك النمل (Formica)**	**حمض ميثانويك**
CH_3COOH	**حمض الأسيتيك الخل (Acetum)**	**حمض ايثانويك**
C_2H_5COOH	**حمض بروبيونيك العرق (Protos)**	**حمض بروبانويك**
C_3H_7COOH	**حمض البيوتيريك الزبدة (Butter)**	**حمض بيوتانويك**
$C_{15}H_{31}COOH$	**حمض البالمتيك زيت النخيل (Palm Oil)**	**حمض هكساد يكانويك**



⇦ **علل : اشتقاق اسم حمض الفورميك من اسم النمل الأحمر** (Formica) .

لأنه حُضر أول مرة من تقطير النمل المطحون .

علل لما يلى :



١) حمض الأسيتيك أحادى القاعدية رغم إحتوائه على أربع ذرات هيدروجين .
٢) حمض البنزويك له نوع واحد من الأملاح بينما حمض الفثاليك له نوعين من الأملاح .
٣) يتشابه حمض الأسيتيك مع حمض البنزويك فى بعض الخواص .

حمض الأسيتيك CH_3COOH

* **طرق تحضيره :**

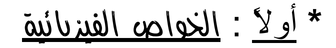
(١) الطريقة الحيوية (فى مصر) :

بأكسدة المحاليل الكحولية المخففة بواسطة أكسجين الهواء وفى وجود بكتيريا الخل .

(٢) من الأستيلين :

بالهيدرة الحفزية للأستيلين فينتج **الأسيتالدهيد** الذى **يتأكسد** بدوره إلى الحمض بسهولة **:**

$$C_2H_2 + H_2O \xrightarrow[H_2SO_4\ 40\ \%]{HgSO_4\ 60\ ^oC} CH_3CHO \xrightarrow{[O]} CH_3COOH$$



الخواص العامة للأحماض الأليفاتية

* أولاً : الخواص الفيزيائية

تتدرج الخواص الفيزيائية للأحماض العضوية بزيادة الكتلة الجزيئية :

- **الأحماض الأربعة الأولى :** سوائل كاوية – لها رائحة نفاذة – تامة الذوبان فى الماء .
- **الأحماض الوسطـــــــى :** سوائل زيتية القوام – كريهة الرائحة – شحيحة الذوبان فى الماء .
- **الأحماض العليــــــا :** مواد صلبة – عديمة الرائحة – غير قابلة للذوبان فى الماء .

(**بزيادة** الكتلة الجزيئية **تزداد** كثافة الحمض **و** **تزداد** درجة الغليان و **تقل** درجة الذوبان فى الماء و **تقل** الرائحة الكريهة إلى أن تنعدم) .

⇦ **علل : درجة غليان الأحماض الكربوكسيلية أعلى من الكحولات المساوية لها فى عدد ذرات الكربون أو الكتلة الجزيئية .**

لأن **الأحماض** لها القدرة على تكوين **رابطتين هيدروجينيتين** بين كل جزيئين بينما **الكحولات** تكون **رابطة هيدروجينية واحدة** بين كل جزيئين .

```
R            R                      O ------- HO
|            |                   //              \
O – H ----- O – H           R — C                  C — R
                                 \               //
                                  OH ------- O
```

درجة الغليان	الكتلة الجزيئية	الكحول	درجة الغليان	الكتلة الجزيئية	الحمض
٧٨ ^{o}م	٤٦	**الإيثانول**	١٠٠ ^{o}م	٤٦	**حمض الفورميك**
٩٨ ^{o}م	٦٠	**البروبانول**	١١٨ ^{o}م	٦٠	**حمض الأسيتيك**



١) خواص تعزى إلى أيون الهيدروجين : (الخاصية الحامضية)

تتفاعل الأحماض الكربوكسيلية مع الفلزات النشطة (التى تسبق الهيدروجين فى السلسلة الكهروكيميائية) و الأكاسيد و الهيدروكسيدات و أملاح الكربونات و البيكربونات مكونة أملاح عضوية :



$$2CH_3COOH + Mg \longrightarrow (CH_3COO)_2Mg + H_2 \uparrow$$

$$CH_3COOH + NaHCO_3 \longrightarrow CH_3COONa + H_2O + CO_2 \uparrow$$

٢) خواص تعزى إلى مجموعة الهيدروكسيل : (تكوين الإسترات)

تتفاعل الأحماض العضوية مع الكحولات لتكوين الإستر و الماء :

$$CH_3CO\boxed{OH + H}O-C_2H_5 \xrightarrow[\text{Conc.}]{H_2SO_4} CH_3CO\text{-}OC_2H_5 + H_2O$$

س : ما دور حمض الكبريتيك فى التفاعل السابق .

٣) خواص تعزى إلى مجموعة الكربوكسيل : (تكوين الكحولات)

تُختزل الأحماض الكربوكسيلية بواسطة **الهيدروجين** فى وجود عامل حفز (**كرومات النحاس**) عند ٢٠٠ °م و يمكن الحصول على الإيثانول من حمض الأسيتيك بهذه و يعتبر هذا التفاعل **عكس** تفاعل أكسدة الكحولات إلى أحماض :

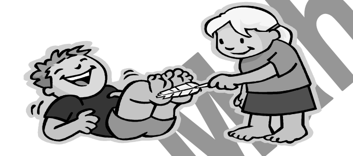
كحول أولى ($-CH_2OH$) ←أكسدة← **ألدهيد** ($-CHO$) ←أكسدة← **حمض كربوكسيلى** ($-COOH$)

حمض كربوكسيلى (مجموعة كربوكسيل $-COOH$) ←إختزال← **كحول أولى** (مجموعة كحول أولية $-CH_2OH$)

مثال : أكسدة الإيثانول

$$CH_3COOH + 2H_2 \xrightarrow[200\,^\circ C]{CuCrO_4} C_2H_5OH + H_2O$$

س : **من الإيثانول كيف تحصل** على حمض الأسيتيك و **العكس** .



الكشف عن حمض الأسيتيك

١- كشف الحامضية :

إضافة الحمض إلى ملح كربونات أو بيكربونات الصوديوم ، فيحدث فوران ويتصاعد غاز ثانى أكسيد الكربون الذى يعكر ماء الجير .

علل : تستخدم أملاح الكربونات فى الكشف عن الأحماض العضوية . (معلومة إضافية)

لأن الأحماض العضوية أكثر ثباتا من حمض الكربونيك فتطرده من أملاحه فى صورة غاز CO_2 الذى يعكر ماء الجير الرائق .

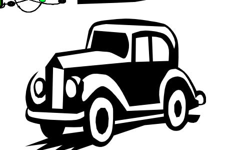
٢- كشف تكوين الإستر (الإسترة) :

تتفاعل الأحماض مع الكحولات لتكوين الإسترات المميزة برائحتها الذكية (روائح لأنواع مختلفة من الزهور أو الفواكه تبعاً لنوع الكحول و الحمض) .

علل : يستخدم تفاعل تكوين الإستر للكشف عن كل من الأحماض العضوية و الكحولات .

س : كيف تميز عملياً بين حمض الأسيتيك و أى مركب عضوى آخر .





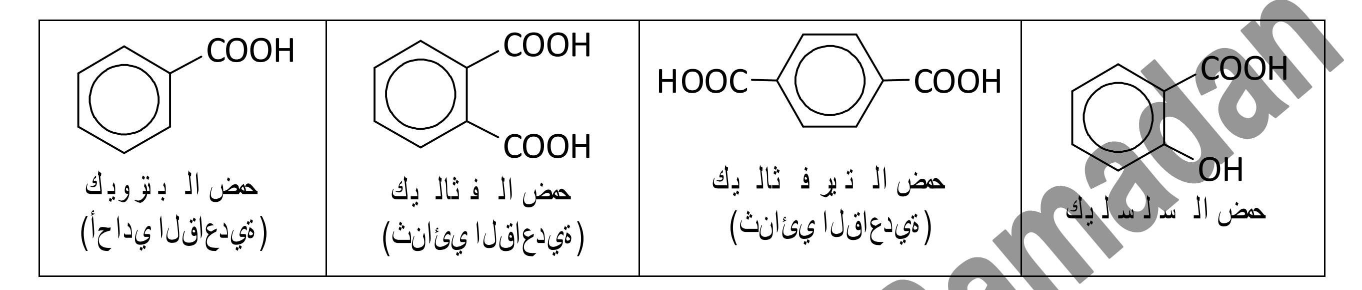
الأحماض الكربوكسيلية الأروماتية

هى مركبات أروماتية تحتوى على مجموعة كربوكسيل أو أكثر متصلة مباشرة بحلقة البنزين .

أمثلة :

١- أحماض أروماتية **أحادية** الكربوكسيل (أحادية القاعدية) مثل : حمض البنزويك **(فينيل ميثانويك)** .

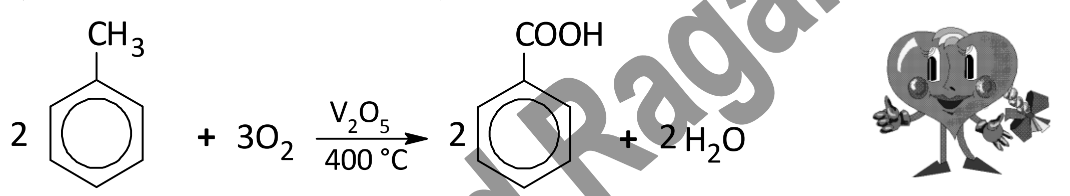
٢- أحماض أروماتية **ثنائية** الكربوكسيل (ثنائية القاعدية) مثل : حمض الفثاليك .



* طريقة تحضير حمض البنزويك

بأكسدة الطولوين باستخدام المواد المؤكسدة المناسبة .

فمثلاً يحضر **تجارياً** بأكسدة الطولوين بأكسجين الهواء الجوى عند ٤٠٠°م و فى وجود خامس أكسيد الفاناديوم V_2O_5 :



$$2\,C_6H_5CH_3 + 3O_2 \xrightarrow[400\,°C]{V_2O_5} 2\,C_6H_5COOH + 2H_2O$$

✍ **س : من الطولوين كيف تحصل على** حمض البنزويك و **العكس** .

* الخواص الفيزيائية :

الأحماض الأروماتية أقوى قليلاً من الأحماض الأليفاتية – و أقل ذوباناً فى الماء – و أقل تطايراً (أعلى فى درجة الغليان = أكثر ثباتاً) .

* **ملحوظة :** حمض البنزويك **أقوى** حمضية من حمض الأسيتك **(علل)** .

✍ **ترتب المواد تنازليا حسب قوة الحمضية :**

(حمض معدنى ← حمض آروماتى ← حمض أليفاتى ← حمض كربونيك ← فينول ← كحول)

س : رتب المركبات التالية تنازلياً حسب قوة حامضيتها :

(حمض الأسيتيك – حمض البنزويك – حمض نيتريك – حمض الكربونيك – حمض الكربوليك – الكحول الإيثيلى)

* الخواص الكيميائية :

تفاعلات مجموعة الكربوكسيل تشبه تلك الموجودة فى الأحماض الأليفاتية و يتمثل ذلك فى **تكوين** أملاح مع الفلزات أو هيدروكسيداتها أو كربوناتها **و تكوين** إسترات مع الكحول :

$$2C_6H_5COOH + NaOH \longrightarrow C_6H_5COONa + H_2O\uparrow$$

$$C_6H_5-CO\boxed{OH + H}O-C_2H_5 \xrightarrow[\text{جاف}]{HCl} C_6H_5-CO-OC_2H_5 + H_2O$$

س : وضح بالمعادلات الرمزية تفاعل حمض البنزويك مع كل من :

(الصوديوم – كربونات الصوديوم – بيكربونات الصوديوم)

س : كيف تحصل على حمض البنزويك من البنزين و العكس .

⇦ علل : يختلف حمض البنزويك عن حمض الأسيتيك فى بعض التفاعلات .

لأن حمض البنزويك له خواص أروماتية حيث يتفاعل بالهلجنة أو السلفنة أو النيترة و يتم الاستبدال فى الموضع ميتا .

الأحماض العضوية فى حياتنا



١- **حمض الفورميك** (HCOOH) :

الخواص : يفرزه النمل الأحمر دفاعاً عن نفسه .

الاستخدام : صناعة : الصبغات – المبيدات الحشرية – العطور – العقاقير – البلاستيك .

٢- **حمض الأسيتيك** (CH_3COOH) :

الخواص :

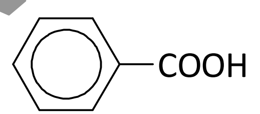
- الحمض **النقى** ١٠٠% ذو رائحة نفاذة يتجمد عند ١٦°م على هيئة بلورات شفافة تشبه الثلج لذا يسمى **حمض الخليك الثلجى** .

- الحمض **المخفف** ٤% هو الخل الذى يستخدم فى المنازل.

الاستخدام :

مادة أولية هامة فى تحضير الكثير من المركبات العضوية **مثل** (الحرير الصناعى – الصبغات – المبيدات الحشرية – الإضافات الغذائية) .

٣- **حمض البنزويك** :



الخواص :

شحيح الذوبان فى الماء لذا يحول إلى ملحه الصوديومى أو البوتاسيومى (علل) ليكون قابلاً للذوبان فى الماء و يسهل امتصاصه بالجسم .

الاستخدام :

تضاف بنزوات الصوديوم 0,1% للأغذية **المحفوظة** كمادة **حافظة** (علل) لمنع نمو **الفطريات** على هذه الأغذية .

٤- **حمض السيتريك** : ($C_6H_8O_7$)

H
H–C–COOH
HO–C–COOH
H–C–COOH
H

الوجود :

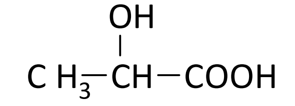
في الموالح مثل : الليمون ٥ : ٧% و البرتقال ١% .

الاستخدام :

١- حمض السيتريك يمنع نمو **البكتريا** على الأغذية (علل) لأنه يقلل الرقم الهيدروجينى (P_H) .

٢- يضاف حمض السيتريك إلى الفاكهة المجمدة (علل) ليحافظ على **لونها** و **طعمها** .

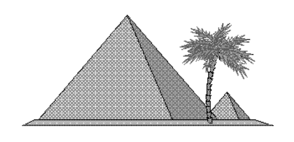
٥- **حمض اللاكتيك** : ($C_3H_6O_3$)



الوجود :

١- فى اللبن نتيجة لفعل الأنزيمات التى تفرزها بعض أنواع البكتريا على سكر اللبن (**اللاكتوز**) .

٢- يتولد فى الجسم نتيجة للمجهود الشاق و يسبب تقلصاً فى العضلات .





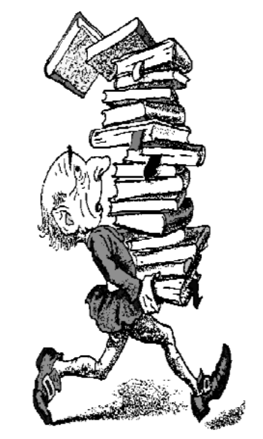

٦- **حمض الأسكوربيك [فيتامين جـ أو C = $C_6H_8O_6$)] :**



الوجـــود : فى الحمضيات (الموالح) و الفواكه و الخضروات مثل الفلفل الأخضر .

الأهمية :

- من الفيتامينات التى يحتاج إليها الجسم بكميات قليلة و يؤدى **نقصه** إلى تدهور بعض الوظائف الحيوية فى الجسم **و** الإصابة بمرض **الإسقرابوط** (من أعراضه نزيف اللثة وتورم المفاصل ، يؤدى إلى ضعف فى الجسم عامة و آلام فى الأطراف و قد يؤدى إلى الموت) .
- يتحلل بالحرارة و فعل الهواء ؛ لذا يفضل أكل الخضروات طازجة .



٧- **حمض السلسليك :**

(COOH, OH)

الإستخدام :

١- صناعة مستحضرات التجميل الخاصة بالجلد لإعطائه النعومة أو للحماية من أشعة الشمس .
٢- القضاء على حب الشباب و الثآليل الجلدية (**عين السمكة**) .
٢- صناعة الأسبيرين .

الأحماض الأمينية Amino acids

هى مشتقات أمينية للأحماض الكربوكسيلية .

- أبسط أنواع الأحماض الأمينية هو حمض الجلايسين (**أمينو أسيتيك**) و يتكون نتيجة لإحلال مجموعة **أمينو** ($-NH_2$) محل ذرة **هيدروجين** من مجموعة **الألكيل** فى جزئ حمض **الأسيتيك** :

$$-NH_2 + H-CH_2-COOH \longrightarrow H_2N-CH_2-COOH$$

مجموعة أمينو   حمض أسيتيك   حمض جلايسين (حمض أمينو أسيتيك)

- الأحماض الأمينية الموجودة فى الطبيعة متعددة و **لكن** يوجد منها **عشرون** حمض فقط فى البروتينات **الطبيعية** .
- تتميز الأحماض **الأمينية** الموجودة فى **البروتينات** بأنها جميعاً من نوع **الألفا أمينو** : **أى أن مجموعة الأمينو متصلة بذرة الكربون ألفا (α) التى تلى مجموعة الكربوكسيل مباشرة .**

$$R-\overset{\alpha}{CH}(NH_2)-COOH$$

✍ **علل : حمض الجلايسين من النوع ألفا أمينو .**

☜ **تعتبر البروتينات بوليمرات للأحماض الأمينية .**

اللهم فاطر السماوات و الأرض ، علام الغيب و الشهادة ، ذا الجلال و الإكرام ، إنى اعهد إليك فى هذه الحياة الدنيا ، و أشهدك و كفى بك شهيداً أنى أشهد أن لاإله إلا أنت وحدك لا شريك لك ، و أن محمداً عبدك و رسولك ، و أشهد أن وعدك حق ، و لقاءك حق ، و الجنة حق ، و أن الساعة لاريب فيها ، و أنك تبعث من فى القبور ، و أنك إن تكلنى إلى نفسى تكلنى إلى ضعف و عورة و ذنب و خطيئة ، و إنى لا أثق إلا برحمتك فأغفر لى ذنوبى كلها و تب علىّ إنك أنت التواب الرحيم .



الإستـرات



هى نواتج اتحاد الأحماض الكربوكسيلية مع الكحولات و تتميز بوجود مجموعة الإستر الوظيفية (-COO-) .

- تنتشر الإسترات بكثرة فى الطبيعة فهى توجد فى كل من المواد النباتية و الحيوانية **فهى** التى تمد الفواكه و الأزهار **و** الزيوت العطرية برائحتها و المذاق الخاصة بها .

- تم تحضير العديد من الإسترات العضوية لإنتاج العطور و النكهات **تجارياً** (مكسبات الطعم و الرائحة) و تستخدم إما بمفردها أو ممزوجة بمركبات طبيعية .

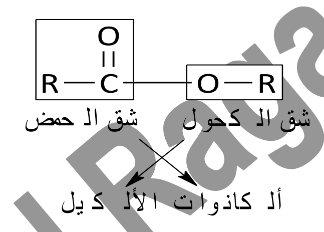
- تقل رائحة الإسترات تدريجياً بزيادة الكتل الجزيئية للكحولات و الأحماض العضوية المستخدمة فى تكوينها فهى تتغير من سوائل ذات رائحة ذكية إلى مواد صلبة شمعية عديمة الرائحة .

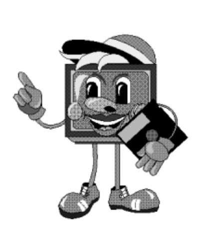
** **أمثلة للإسترات :**

١) **الشموع** التى يمثلها شمع النحل : إسترات ذات كتلة جزيئية مرتفعة .
٢) **الزيوت و الدهون** : إسترات ناتجة من إرتباط الجلسرين (كحول ثلاثى الهيدروكسيل) مع أحماض دهنية عالية .

التسمية : يسمى الإستر باسم الشق الحامضى و أسم مجموعة الألكيل من الكحول [ألكانوات + الألكيل]







أمثلة :

$CH_3COOC_2H_5$	$C_2H_5COOCH_3$	$HCOOCH_3$	$CH_3COO-C_6H_5$	$C_6H_5-COOC_2H_5$
إيثانوات الإيثيل	**بروبانوات الميثيل**	**ميثانوات الميثيل**	**إيثانوات الفينيل**	**فينيل ميثانوات إيثيل**
(أسيتات الإيثيل)	**(بروبيونات الميثيل)**	**(فورمات الميثيل)**	**(أسيتات الفينيل)**	**(بنزوات الإيثيل)**

* **طريقة تحضير الإسترات** : (**الطريقة المباشرة**)

تفاعل الحمض الكربوكسيلى مع الكحول فى وجود مادة نازعة للماء مثل حمض الكبريتيك المركز أو غاز HCl جاف .

* **مثال :**

$$CH_3COOH + C_2H_5OH \xrightarrow[Conc]{H_2SO_4} CH_3COOC_2H_5 + H_2O$$

حمض أسيتيك — كحول إيثيلى — أسيتات الإيثيل

علل : استخدام حمض الكبريتيك المركز أو غاز كلوريد الهيدروجين الجاف عند تحضير الإسترات .

الخواص الفيزيائية :

١) لها روائح ذكية فهى التى تمد الفواكه و الأزهار و الزيوت العطرية برائحتها و النكهة الخاصة بها .

٢) تقل رائحتها تدريجياً بإرتفاع الكتلة الجزيئية للكحولات و الأحماض المستخدمة فى تكوينها .

٣) تتغير طبيعتها من سائل ذى رائحة ذكية إلى جسم صلب شمعى عديم الرائحة تقريباً .

٤) معظمها سوائل .

⇦ **علل : درجة غليان الإسترات تقل كثيراً عن درجة غليان الأحماض و الكحولات المساوية لها فى الكتلة الجزيئية .**

لعدم احتواء الإسترات على مجموعة الهيدروكسيل القطبية الموجودة فى كل من الكحولات و الأحماض التى تعمل على ربط جزيئاتها مع بعضها بالروابط الهيدروجينية .

الكتلة الجزيئية		الحمض	الكحول	الإستر
٦٠		إيثانويك (الأسيتيك) CH_3COOH	بروبانول C_3H_7OH	فورمات الميثيل $HCOOCH_3$
	درجة الغليان °م	١١٨	٩٧,٨	٣١,٨
٧٤		بروبانويك (بروبيونيك) C_3H_7COOH	بيوتانول C_4H_9OH	أسيتات الميثيل CH_3COOCH_3
	درجة الغليان °م	١٤١	١١٨	٥٧

س : رتب المركبات العضوية التالية تصاعدياً حسب درجة غليانها مع بيان السبب :

بروبانول – إثانويك – ميثانوات ميثيل . (الكتلة الجزيئية لهم تقريباً 60)



الخواص الكيميائية :

[١] التحلل المائى

- التحلل المائى **الحمضى** (ماء محمض بحمض معدنى) :

هو تحلل الإسترات بالتسخين مع الماء فى وجود حمض معدنى مخفف كعامل مساعد لينتج الكحول و الحمض العضوى مرة أخرى (عكس الإسترة) .

$$CH_3COOC_2H_5 + HOH \xrightarrow{H^+} CH_3COOH + C_2H_5OH$$

⇦ **علل : استخدام حمض معدنى مخفف فى التحلل المائى للإسترات .**



- التحلل المائى القاعدى : (**التصبن**)

تسخين الإستر مع محلول مائى لقلوى ليتكون الكحول و ملح الحمض " الصابون " .

الصابون : هو أملاح الصوديوم للأحماض الكربوكسيلية طويلة السلسلة .

⇦ **علل : استخدام قلوى فى التحلل المائى للإسترات .**

↵ ليتفاعل مع الحمض العضوى الناتج و يمنع حدوث التفاعل العكسى .

$$CH_3COOC_2H_5 + NaOH \longrightarrow CH_3COONa + C_2H_5OH$$

$$C_6H_5COOC_2H_5 + NaOH \longrightarrow C_6H_5COONa + C_2H_5OH$$

[٢] التحلل بالأمونيا : (التحلل النشادرى)

تسخين الإسترات مع الأمونيا لينتج الكحول و أميد الحمض العضوى .

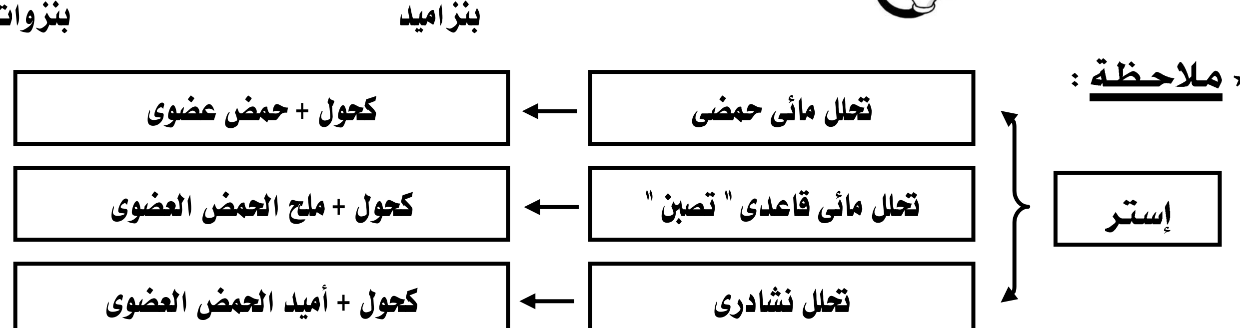
$$CH_3COOC_2H_5 + NH_3 \longrightarrow CH_3CONH_2 + C_2H_5OH$$

أسيتات الإيثيل ← **أسيتاميد**

$$C_6H_5COOC_2H_5 + NH_3 \longrightarrow C_6H_5CONH_2 + C_2H_5OH$$

بنزوات الإيثيل ← **بنزاميد**

⋆ ملاحظة :



★ س : علل لما يلى :

١) تختلف تسمية المركب $C_2H_5COOCH_3$ عن المركب $CH_3COOC_2H_5$.

٢) تختلف نواتج التحلل المائى لأسيتات الفينيل عن بنزوات الميثيل رغم اشتراكهما فى الصيغة الجزيئية .

٣) تدخل الإسترات فى صناعة العطور الصناعية .

*** س : وضح بالمعادلات كيف تحصل على ما يلى :**

١) الميثان - الإيثيلين من أسيتات الايثيل . ٢) أسيتات الإيثيل من الأستيلين .

٣) الطولوين من بنزوات الإيثيل والعكس . ٤) أسيتاميد من الأستيلين .

٥) بنزاميد من الطولوين . ٦) ميتا كلوروبنزين من بنزوات الإيثيل .



★ الإسترات فى حياتنا

١- **الإسترات كـ : مكسبات للطعم و الرائحة :**

⇦ **علل : تستخدم الإسترات كمكسبات للطعم و الرائحة .**

↩ لأنها لها رائحة ذكية جعلت منها مواد مهمة فى كثير من الصناعات الغذائية كمكسبات طعم و رائحة .

٢- **الإسترات كـ : دهون و زيوت :**

الزيوت و الدهون : **هى إسترات ناتجة من تفاعل الجليسرول مع الأحماض العضوية .**

⇦ **علل : تسمى جزيئات الزيوت و الدهون بثلاثى الجلسريد .**

↩ لأن كل جزئ منها يتكون من تفاعل جزئ من الجلسرين (كحول ثلاثى الهيدروكسيل) مع ثلاثة جزيئات من الأحماض الدهنية .

- قد تكون الأحماض الدهنية الثلاثة من نوع واحد **أو** قد تكون مختلفة و قد تكون السلسلة الكربونية لهذه الأحماض طويلة **أو** قصيرة مشبعة **أو** غير مشبعة .

$$\begin{matrix} CH_2-OH \\ | \\ CH-OH \\ | \\ CH_2-OH \end{matrix} + \begin{matrix} HO-CO-R_1 \\ HO-CO-R_2 \\ HO-CO-R_3 \end{matrix} \longrightarrow \begin{matrix} CH_2-O-CO-R_1 \\ | \\ CH-O-CO-R_2 \\ | \\ CH_2-O-CO-R_3 \end{matrix} + 3H_2O$$

جلسرين (كحول ثلاثى الهيدروكسيل) — ثلاثة أحماض دهنية — أستر ثلاثى الجلسريد (زيت أو دهن)

**** عملية التصبن**

✍ **هى التحلل المائى للزيوت أو الدهون (ثلاثى الجلسريد) فى وجود مادة قلوية قوية مثل** NaOH أو KOH .

- تعتبر عملية التصبن هى الأساس الصناعى لتحضير كلاً من الجلسرين و الصابون .

علل : تسمى عملية التحلل المائى القاعدى للإسترات بالتصبن .

٣- **الإسترات كـ : بوليمرات (البولى إستر) :**

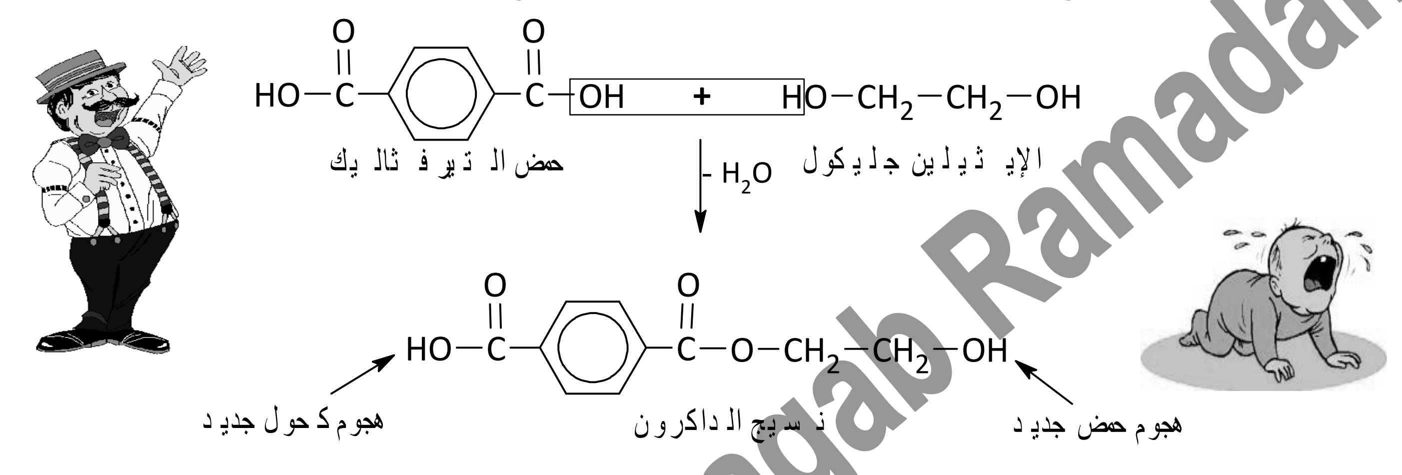
✍ **البولى استرات :**

بـوليمرات تنـتج مـن عمليـة تكـاثف مشـتركة لمونـومرين أحـدهما جـزئ ثنـائى الحامضـية و الآخـر كحـول ثنـائى الهيدروكسيل .

* **مثال : نسيج الداكرون** و يُصنع **بأسترة** حمض التيرفثاليك و الإيثيلين جليكول .

* **استخدامه :**

نظرا لخمول الداكرون تصنع منه أنابيب لإستبدال الشرايين التالفة كما تصنع منه صمامات القلب الصناعية .



تستمر عملية التكاثف كيميائياً بأن يهاجم الكحول طرف الجزئ من ناحية الحمض أو يهاجم الحمض طرف الجزئ من ناحية الكحول و بتكرار عملية التكاثف يتكون جزئ طويل جداً يسمى **البولى إستر .**

٤- **الإسترات كـ : عقاقير طبية :**

✍ تستخدم الإسترات العضوية فى عمل كثير من العقاقير أشهرها و أبسطها : الأسبرين – زيت المروخ .

✍ **الحمض العضوى المستخدم فى تحضير الأسبرين و زيت المروخ هو حمض السلسليك .**

⇦ **علل : حمض السلسليك يمكن أن يتفاعل كحمض أو كحول (فينول) .**

↲ لإحتوائه على مجموعة **الكربوكسيل** المميزة للأحماض و مجموعة **الهيدروكسيل** المميزة للكحولات

* **ملحوظة :**

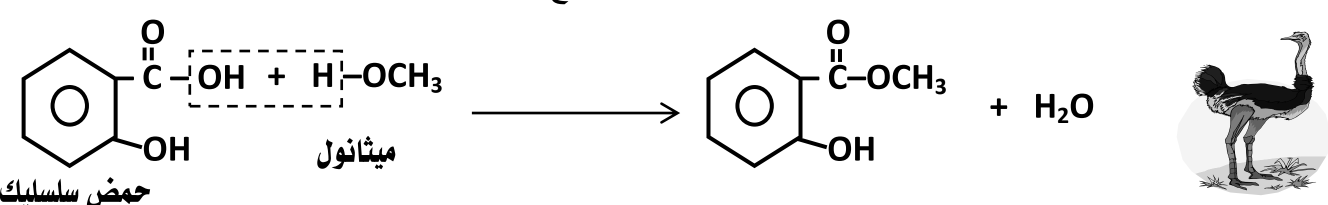
عند تحضير زيت المروخ يتفاعل حمض السلسليك مع الميثانول **كحمض** وعند تحضير الأسبرين يتفاعل حمض السلسليك مع حمض الأسيتيك **ككحول** .

أولاً : زيت المــروخ (سلسيلات الميثيل)

هو إستر يستخدم كدهان موضعى حيث يمتص عن طريق الجلد لتخفيف الآلام الروماتيزمية .

التحضيـــر :

بتفاعل حمض السلسليك بواسطة مجموعة الكربوكسيل الحمضية مع الميثانول .



ثانيــاً : الأسـبيرين (أسـتيل حمض السـلسليك)

هو إستر يستخدم في تخفيف آلام الصداع و خفض الحرارة و يقلل من تجلط الدم فيمنع حدوث الأزمات القلبية .



التحضيــر :

بتفاعل حمض السلسليك **بواسطة** مجموعة **الهيدروكسيل** مع حمض الأسيتيك .

$$C_6H_4(COOH)OH + HO-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-CH_3 \longrightarrow C_6H_4(COOH)O-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-CH_3 + H_2O$$

حمض سلسليك   حمض أسيتيك

☜ إحتواء الأسبيرين على مجموعة الأسيتيل (CH_3CO -) تجعله عديم الطعم تقريباً و تقلل من حموضته .

⇦ **علل : ينصح الأطباء بتفتيت حبة الأسبيرين قبل بلعها أو أخذها مذابة فى الماء .**

☜ لأن الأسبيرين يتحلل مائياً فى الجسم و يعطى حمض السلسليك و حمض الأسيتيك و هى أحماض تسبب تهيج لجدار المعدة و قد تسبب قرحة المعدة .

$$C_6H_4(COOH)O-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-CH_3 + H_2O \longrightarrow C_6H_4(COOH)OH + HO-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-CH_3$$

الأسبرين   حمض سلسليك   حمض أسيتيك

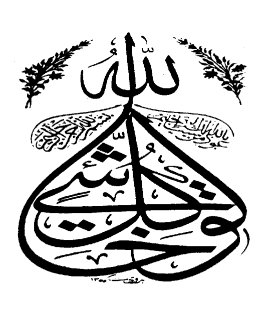
⇦ **علل : هناك أنواع من الأسبيرين تكون مختلطة بمادة قلوية مثل هيدروكسيد الألومنيوم .**

☜ لتعادل حموضة حمض السلسليك و حمض الأسيتيك الناتجين من تحلل الأسبيرين مائياً فى الجسم .

*** معلومة إضافية :**

هيدروكسيد الألومنيوم مادة جيلاتينية تعمل على تبطين جدار المعدة لحمايته من تأثير حمض السلسليك و حمض الأسيتيك.

الحمد لله اللّهم ربنا لك الحمد بما خلقتنا و رزقتنا و هديتنا و علمتنا و أنقذتنا و فرجت عنا ، لك الحمد بالايمان و لك الحمد بالإسلام و لك الحمد بالقرآن و لك الحمد بالأهل و المال و المعافاة ، كبت عدونا و بسطت رزقنا و أظهرت أمننا و جمعت فرقتنا و أحسنت معافاتنا و من كل ما سألناك أعطيتنا ، فلك الحمد على ذلك حمداً كثيراً و لك الحمد بكل نعمة أنعمت بها علينا فى قديم و حديث أو سرآ و علانية أو حىّ و ميت أو شاهد و غائب حتى ترضى ، و لك الحمد إذا رضيت ، و لك الحمد بعد الرضا ، و صلى اللّهم على محمد و على آله و سلم .

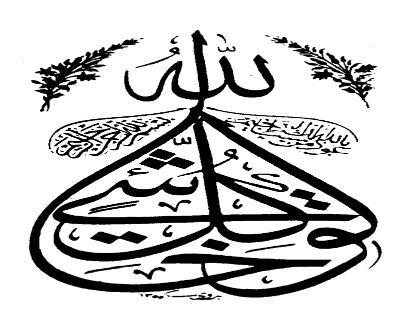


أدرك أننى وصادق الدعاء بالتفوق
أ / محمود رجب رمضان
٠١٢٢ - ٥٤٤٨٠٣١









Mr. Mahmoud Ragab 0122-5448031

دعاء بعد المذاكرة

اللهم إنى استودعك ما قرأت وما حفظت وما تعلمت
فرده إلى عند حاجتى إليه ، إنك على كل شئ قدير

دعاء عند النسيان

لا اله إلا أنت سبحانك إنى كنت من الظالين يا حى يا قيوم برحمتك استغيث رب إنى مسنى الضر و أنت أرحم الراحمين
اللهم يا جامع الناس ليوم لا ريب فيه اجمع على ضالتى